

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-234636
 (43)Date of publication of application : 22.08.2003

(51)Int.CI. H03H 9/64
 H03H 9/145

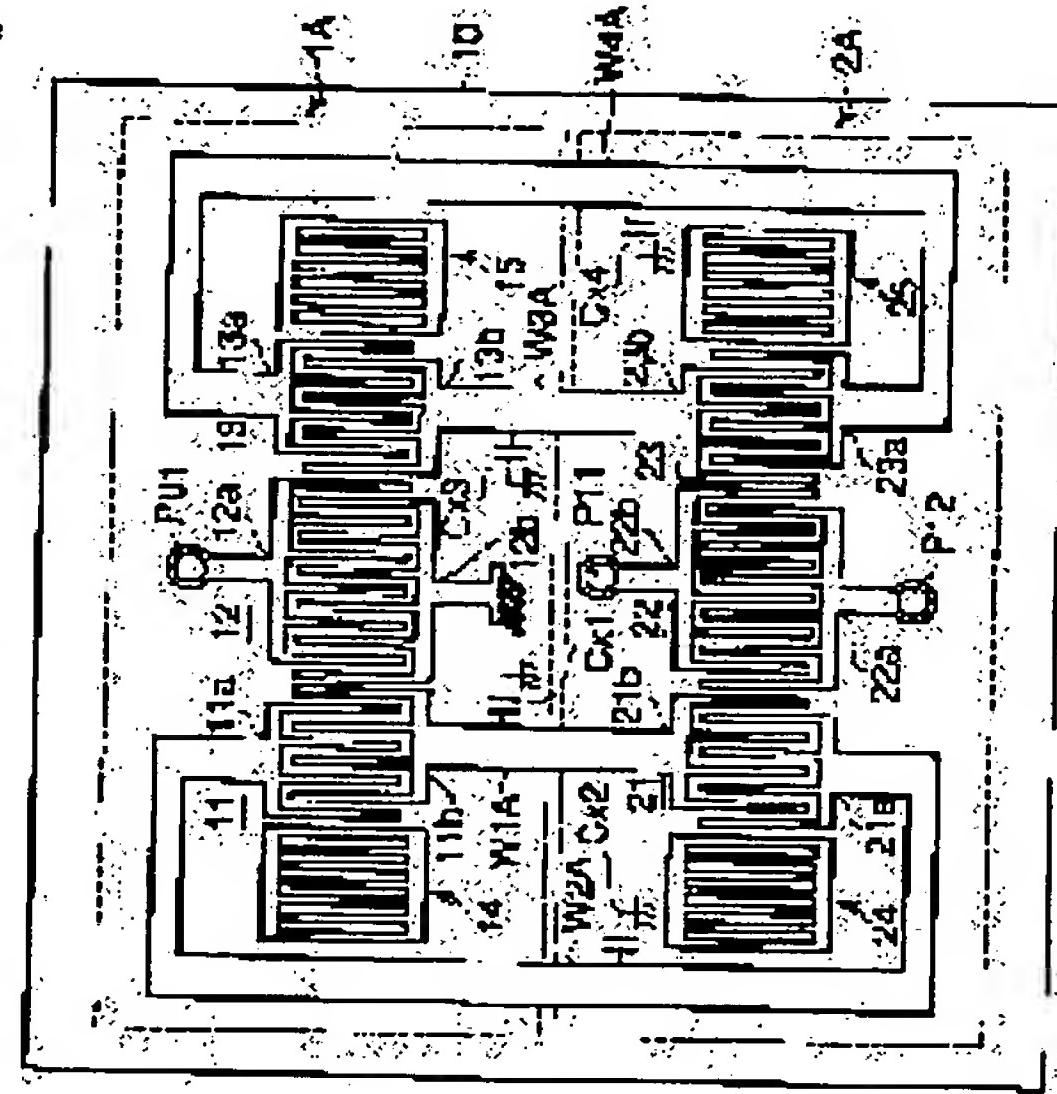
(21)Application number : 2002-032772 (71)Applicant : TOSHIBA CORP
 (22)Date of filing : 08.02.2002 (72)Inventor : ICHIKAWA SATOSHI
 ETSUNO MASAYOSHI

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a balanced operation type surface acoustic wave filter device with excellent amplitude balance performance and phase balance performance.

SOLUTION: A plurality of IDTs (11-13 or 21-23) composed by crossing comb-line electrodes are provided on a piezoelectric substrate (10). The electrode fingers of the comb-line electrodes constituting the IDTs (11-13 or 21-23) are arranged with the width and interval of about 1/4 wavelength of surface acoustic waves excited by the IDTs (11-13 or 21-23). A plurality of resonator type surface acoustic wave elements (1A or 2A) constituted in such a manner are provided. In this case, one (1A) of the surface acoustic wave elements and the other (2A) are cascade-connected and wiring (W1A-W4A) constituting the cascade connection is turned to a floating state in terms of an electric circuit from the ground circuit of the surface acoustic wave filter device.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-234636

(P2003-234636A)

(43) 公開日 平成15年8月22日 (2003. 8. 22)

(51) Int. C1. 7

H03H 9/64
9/145

識別記号

F I
H03H 9/64
9/145

テーマコード (参考)
Z 5J097
D
Z

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L

(全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-32772 (P2002-32772)

(22) 出願日 平成14年2月8日 (2002. 2. 8)

(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 市川 聰
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 越野 昌芳
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

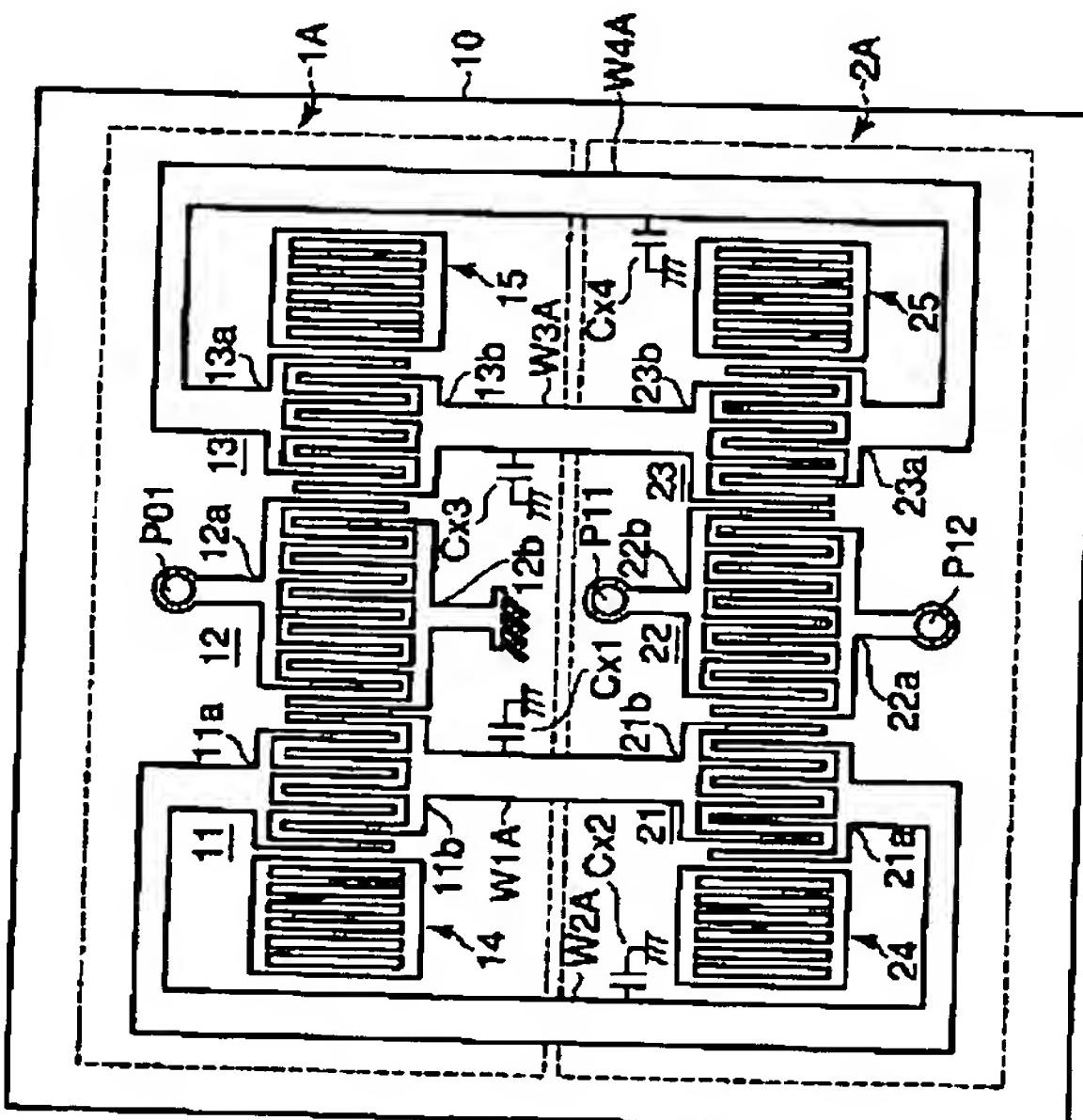
(74) 代理人 100058479
弁理士 鈴江 武彦 (外6名)
F ターム (参考) 5J097 AA12 AA28 CC03 CC04 DD06
DD16 DD25 GG03

(54) 【発明の名称】弾性表面波フィルタ装置

(57) 【要約】

【課題】振幅バランス性能および位相バランス性能のよ
い平衡動作型弾性表面波フィルタ装置を提供する。

【解決手段】圧電性基板 (10) 上に櫛歯状電極を交差
させてなるIDT (11~13または21~23) が複
数設けられる。これらのIDT (11~13または21
~23) を構成する前記櫛歯状電極の電極指は、前記IDT
(11~13または21~23) により励振される
弾性表面波のほぼ1/4波長の幅と間隔で配置されてい
る。このように構成された共振子型の弾性表面波素子
(1Aまたは2A) を複数備えたている。ここで、前記
弾性表面波素子の一方 (1A) と他方 (2A) とが縦続
接続され、この縦続接続を構成する配線 (W1A~W4
A) が、弾性表面波フィルタ装置のグランド回路から電
気回路的にフローティング状態とされる。



- 【特許請求の範囲】
- 【請求項1】圧電性基板と、この圧電性基板の基板上に形成される複数の弾性表面波素子とを具備したものにおいて、
前記複数の弾性表面波素子の一方は、不平衡信号端子または平衡信号端子を持つ第1の櫛歯状電極と、この第1の櫛歯状電極の一方側に配置された第2の櫛歯状電極と、この第1の櫛歯状電極の他方側に配置された第3の櫛歯状電極とを含み；前記複数の弾性表面波素子の他方は、第1および第2の平衡信号端子を持つ第4の櫛歯状電極と、この第2の櫛歯状電極の一方側に配置された第5の櫛歯状電極と、この第2の櫛歯状電極の他方側に配置された第6の櫛歯状電極とを含み；前記第2の櫛歯状電極の一方電極と前記第5の櫛歯状電極の一方電極とが第1の配線を介して電気的に接続され；前記第2の櫛歯状電極の他方電極と前記第5の櫛歯状電極の他方電極とが第2の配線を介して電気的に接続され；前記第3の櫛歯状電極の一方電極と前記第6の櫛歯状電極の一方電極とが第3の配線を介して電気的に接続され；前記第3の櫛歯状電極の他方電極と前記第6の櫛歯状電極の他方電極とが第4の配線を介して電気的に接続され；前記第1ないし第4の配線各々が、前記圧電性基板を介して他の電極との間に浮遊容量を形成し；前記第1および第2の平衡信号端子における平衡性が所望の範囲に収まる程度に、前記第1の配線の浮遊容量および前記第2の配線の浮遊容量を共存させるとともに、前記第3の配線の浮遊容量および前記第4の配線の浮遊容量を共存させるように構成したことを特徴とする平衡動作型弾性表面波フィルタ装置。
- 【請求項2】圧電性基板上に、櫛歯状電極を交差させてなるインターディジタル変換器が複数設けられ、
前記インターディジタル変換器を構成する前記櫛歯状電極の電極指が、前記インターディジタル変換器により励振される弾性表面波のほぼ1/4波長の幅と間隔で配置されている共振子型の弾性表面波素子を複数備えたものにおいて、
前記弾性表面波素子の一方と前記弾性表面波素子の他方が縦続接続され、
前記縦続接続を構成する配線が、弾性表面波フィルタ装置のグランド回路から電気回路的にフローティング状態となるように構成したことを特徴とする平衡動作型弾性表面波フィルタ装置。
- 【請求項3】前記縦続接続を構成する配線のうち、少なくとも1つが前記グランド回路から切り離されるように構成したことを特徴とする請求項2に記載の弾性表面波フィルタ装置。
- 【請求項4】前記弾性表面波素子の一方が、不平衡信号端子および前記グランド回路に接続されるインターディジタル変換器を含み、
前記弾性表面波素子の他方が、平衡信号端子に接続され
- るが前記グランド回路には接続されないインターディジタル変換器を含むように構成したことを特徴とする請求項2または請求項3に記載の弾性表面波フィルタ装置。
- 【請求項5】前記弾性表面波素子の一方が、平衡信号端子に接続されるが前記グランド回路には接続されないインターディジタル変換器を含み、
前記弾性表面波素子の他方が、平衡信号端子に接続されるが前記グランド回路には接続されないインターディジタル変換器を含むように構成したことを特徴とする請求項2または請求項3に記載の弾性表面波フィルタ装置。
- 【請求項6】前記弾性表面波素子の一方の前記インターディジタル変換器を構成する前記櫛歯状電極の電極指のうち、少なくとも1本の電極指の弾性表面波励振方向の幅寸法を、前記弾性表面波素子の他方の前記インターディジタル変換器を構成する前記櫛歯状電極の電極指の前記弾性表面波励振方向の幅寸法と異なるものとすることにより、前記フィルタ装置の入力および／または出力インピーダンスの設計値を変更するように構成したことを特徴とする請求項2ないし請求項5のいずれか1項に記載の弾性表面波フィルタ装置。
- 【請求項7】前記弾性表面波素子の一方の前記インターディジタル変換器を構成する前記櫛歯状電極の電極指のうち、少なくとも1本の電極指の開口長を、前記弾性表面波素子の他方の前記インターディジタル変換器を構成する前記櫛歯状電極の電極指の開口長と異なるものとすることにより、前記フィルタ装置の入力および／または出力インピーダンスの設計値を変更するように構成したことを特徴とする請求項2ないし請求項6のいずれか1項に記載の弾性表面波フィルタ装置。
- 【請求項8】前記櫛歯状電極の電極指は2本で1対とし、これら1対の電極指の中心間距離を電極周期としたときに、前記弾性表面波素子の一方に含まれる少なくとも1対の前記電極指の電極周期が、前記弾性表面波素子の他方に含まれる前記電極指の電極周期と異なるものとすることにより、前記フィルタ装置の入力および／または出力インピーダンスの設計値を変更するように構成したことを特徴とする請求項2ないし請求項7のいずれか1項に記載の弾性表面波フィルタ装置。
- 【請求項9】前記弾性表面波素子の一方に含まれる前記電極指の総数が、前記弾性表面波素子の他方に含まれる前記電極指の総数と異なるものとすることにより、前記フィルタ装置の入力および／または出力インピーダンスの設計値を変更するように構成したことを特徴とする請求項2ないし請求項8のいずれか1項に記載の弾性表面波フィルタ装置。
- 【請求項10】前記弾性表面波素子の一方は、前記インターディジタル変換器の一部により励振される弾性表面波の伝搬方向に沿って、この一部のインターディジタル変換器を挟むようにして前記圧電性基板上に形成された複数のグレーティング状反射器を含み、

前記弾性表面波素子の他方は、前記インターディジタル変換器の他部により励振される弾性表面波の伝搬方向に沿って、この他部のインターディジタル変換器を挟むようにして前記圧電性基板上に形成された複数の他方グレーティング状反射器を含み、

前記弾性表面波素子の一方に含まれる前記グレーティング状反射器を構成する反射電極指の総数が、前記弾性表面波素子の他方に含まれる前記グレーティング状反射器を構成する反射電極指の総数と異なるものとすることにより、前記フィルタ装置の入力および／または出力インピーダンスの設計値を変更するように構成したことを特徴とする請求項2ないし請求項9のいずれか1項に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項11】前記弾性表面波素子の一方に含まれる前記インターディジタル変換器の総数が、前記弾性表面波素子の他方に含まれる前記インターディジタル変換器の総数と異なるものとすることにより、前記フィルタ装置の入力および／または出力インピーダンスの設計値を変更するように構成したことを特徴とする請求項2ないし請求項9のいずれか1項に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項12】前記弾性表面波素子の一方の周波数特性が、前記弾性表面波素子の他方の周波数特性と異なるものとすることにより構成したことを特徴とする請求項2ないし請求項9のいずれか1項に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、差動型（平衡動作型）弾性表面波フィルタ装置の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】弾性表面波フィルタ装置は、圧電体上に設けられた薄膜金属からなる櫛歯状電極（インターディジタルトランステューサ：IDT）により電気信号と弾性表面波（SAW）との変換を行って信号を送受信するデバイスであり、弾性表面波フィルタ、弾性表面波共振子、遅延回路等に用いられる。この弾性表面波デバイスは、薄型化・小型化が可能であるというメリットにより、携帯電話などの移動体通信の分野で広く用いられているようになっている。

【0003】移動体通信等で用いられるRF段用弾性表面波フィルタには、低損失かつ急峻な帯域外遮断特性が求められていることは当然であるが、近年では、その上に平衡動作型（差動入力および／または差動出力型）が要求されるようになってきている。その背景には、バランス入力型（バランス出力型）ICの実用化／低価格化がある。

【0004】平衡動作型フィルタでは、良好な振幅バランス性能および位相バランス性能が求められている。良好な振幅バランス性能および位相バランス性能を得る從

来手法として、非差動駆動の弾性表面波フィルタにバランスコイルを接続して差動信号を取り出すものがある。しかしながら、非差動駆動の弾性表面波フィルタにバランスコイルを接続する方法では、フィルタ回路の構成物が大きくなるとともに、回路部品のコストも高くなる。そのため、バランス型ICに直接接続できる差動型（平衡動作型）弾性表面波フィルタの開発が望まれている。

【0005】バランス入力型ICを差動駆動する弾性表面波フィルタの従来構成例として、下記文献1の図1に示されたものがある：

文献1. G. Endoh et. al "High Performance Balanced Type SAW Filters in the Range of 900MHz and 1.9 GHz", Proc. IEEE Ultrason. Symp., p41-44 (1997)

この文献1では、SAWフィルタの構造は従来のままでし、不平衡入力側の段間IDTをグランドに接地したまま、平衡出力端子に接続されている出力側のIDTを直に差動駆動する試みがなされている。しかしながら、この方式では、文献1に述べられているように、振幅バランス性能および移相バランス性能ともに満足の行く性能は実現されていない。その原因として、従来構造のSAWフィルタでは、差動信号処理が行われるIDTに付随する浮遊インピーダンス成分が差動回路動作に対して非対称に存在することが挙げられる。このことについては、下記文献2で述べられている。

【0006】文献2. P. J. Edmonson et. al., "Effect of Stay Coupling on the Balance of a Differential LSAW Front-End Resonator-filter for Wireless/Mobile Circuits", Proc. IEEE Ultrason. Symp., p361-364 (1999)

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記非対称な浮遊インピーダンス（特にIDTの配線パターンと圧電性基板との間の浮遊容量の非対称性）の影響を何とかしないと、振幅バランス性能および位相バランス性能のよい平衡動作型弾性表面波フィルタ装置を得ることができない。

【0008】この発明は上記事情に鑑みなされたもので、その目的は、振幅バランス性能および位相バランス性能のよい平衡動作型弾性表面波フィルタ装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明の実施の形態に係る弾性表面波フィルタ装置は、圧電性基板と、この圧電性基板の基板上に形成される複数の弾性表面波素子とを具備している。前記複数の弾性表面波素子の一方は、不平衡信号端子または平衡信号端子を持つ第1の櫛歯状電極と、この第1の櫛歯状電極の一方側に配置された第2の櫛歯状電極と、この第1の櫛歯状電極の他方側に配置された第3の櫛歯状電極とを含んでいる。また、前記複数の弾性表面波素子の他方は、第1および第2の平衡信号端子を持つ第4の櫛歯状電極と、この第2の櫛歯状

電極の一方側に配置された第5の櫛歯状電極と、この第2の櫛歯状電極の他方側に配置された第6の櫛歯状電極とを含んでいる。

【0010】前記第2の櫛歯状電極の一方電極と前記第5の櫛歯状電極の一方電極とは第1の配線を介して電気的に接続され；前記第2の櫛歯状電極の他方電極と前記第5の櫛歯状電極の他方電極とは第2の配線を介して電気的に接続され；前記第3の櫛歯状電極の一方電極と前記第6の櫛歯状電極の一方電極とは第3の配線を介して電気的に接続され；前記第3の櫛歯状電極の他方電極と前記第6の櫛歯状電極の他方電極とは第4の配線を介して電気的に接続される。

【0011】ここで、前記第1ないし第4の配線各々は、前記圧電性基板を介して他の電極との間に浮遊容量を形成している。

【0012】前記第1および第2の平衡信号端子における平衡性が所望の範囲に収まる程度に、前記第1の配線の浮遊容量および前記第2の配線の浮遊容量を共存させるとともに、前記第3の配線の浮遊容量および前記第4の配線の浮遊容量を共存させるように構成している。

【0013】あるいは、この発明の実施の形態に係る弾性表面波フィルタ装置では、圧電性基板上に、櫛歯状電極を交差させてなるインターディジタル変換器が複数設けられ、前記インターディジタル変換器を構成する前記櫛歯状電極の電極指が、前記インターディジタル変換器により励振される弾性表面波のほぼ1/4波長の幅と間隔で配置されている共振子型の弾性表面波素子を複数備えている。

【0014】ここで、前記弾性表面波素子の一方と前記弾性表面波素子の他方とが縦続接続され、前記縦続接続を構成する配線が、弾性表面波フィルタ装置のグランド回路から電気回路的にフローティング状態となるように構成されている。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の一実施の形態に係る弾性表面波フィルタ装置を説明する。

【0016】図1は、この発明の一実施の形態に係る弾性表面波フィルタ装置（縦並べ配置で縦続接続された不平衡入力／平衡出力弾性表面波フィルタ）の構造を説明する図である。

【0017】図1において、圧電性基板10は、例えばリチウムタンタル酸化物(LiTaO₃)の単結晶を、X軸を中心にY軸方向に36°回転した向きにカットして得たものである（以下これをLTAと略記する）。

【0018】圧電性基板10上には、不平衡入力側の弾性表面波素子1Aおよび平衡出力側の弾性表面波素子2Aが縦並び配置で形成されている。弾性表面波素子1Aは、アルミニウム等の金属製薄膜の櫛歯状電極を交差させてなるインターディジタル変換器（以下IDTと略記

する）11～13と、アルミニウム等の金属製薄膜のグレーティング状反射器（以下Grと略記する）14～15を備えている。また、弾性表面波素子2Aは、アルミニウム等の金属製薄膜の櫛歯状電極を交差させてなるIDT21～23と、アルミニウム等の金属製薄膜のGr24～25を備えている。Gr14およびGr15はIDT12（あるいはIDT11、13）により励振される弾性表面波の伝搬方向（図1の左右方向）に沿って配置され、Gr24およびGr25はIDT21、23

10 （あるいはIDT22）により励振される弾性表面波の伝搬方向（図1の左右方向）に沿って配置されている。

【0019】ここで、各弾性表面波素子1A、2Aは、電極指ピッチ（隣接する1対の電極指の中心間距離；電極周期）、電極指線幅、開口長（電極指の実質的交叉長）、電極指対数などのパターン形状が略同じとなるよう形成される。別の言い方をすると、IDT11～13、21～23を構成する電極指は、IDTにより励振される弾性表面波のほぼ1/4波長の幅と間隔で配置されている電極（以後ソリッド電極と呼ぶ）で構成されている。図1はこのように構成された共振子型弾性表面波フィルタである。

【0020】具体的には、弾性表面波素子1Aは、不平衡信号端子P01を持つIDT12と、このIDT12の左側に配置されたIDT11と、IDT12の右側に配置されたIDT13と、これらIDT11～13を挟んで左右に配設されたGr14およびGr15を含んでいる。中央IDT12の一方電極12aは不平衡信号端子P01に接続され、その他方電極12bはフィルタのグランド回路に接地される。

【0021】同様に、弾性表面波素子2Aは、平衡信号端子P11およびP12を持つIDT22と、このIDT22の左側に配置されたIDT21と、IDT22の右側に配置されたIDT23と、これらIDT21～23を挟んで左右に配設されたGr24およびGr25を含んでいる。中央IDT22の一方電極22aは一方の平衡信号端子P11に接続され、その他方電極22bは他方の平衡信号端子P12に接続される。

【0022】弾性表面波素子1Aと弾性表面波素子2Aは、配線W1A～W4Aを介して縦続接続されている。すなわち、IDT11の一方電極11bとIDT21の一方電極21bとが第1の配線W1Aを介して電気的に接続され、IDT11の他方電極11aとIDT21の他方電極21aとが第2の配線W2Aを介して電気的に接続される。同様に、IDT13の一方電極13bとIDT23の一方電極23bとが第3の配線W3Aを介して電気的に接続され、IDT13の他方電極13aとIDT23の他方電極23aとが第4の配線W4Aを介して電気的に接続される。

【0023】上記縦続接続において、配線W1A～W4Aは接地されず、グランド回路からフローティングされ

ている。このため、配線W1A～W4A各々とグランド回路との間には、圧電性基板10（誘電体）を介して、浮遊容量Cx1～Cx4が形成される。

【0024】ここで重要なことは、配線W1Aと配線W2Aの長さの違いによるインピーダンス（インダクタンス分+直流抵抗分）の非対称性よりも、配線W1Aと配線W2Aに付随する浮遊容量（キャパシタンス分）の非対称性の方が、フィルタの平衡性に対する影響が大きいことである（これは、経験上分かっている）。このため、平衡性の観点からは（もちろん配線W1Aのインダクタンス分/抵抗分と配線W2Aのインダクタンス分/抵抗分が近いに超したことはないが）、配線W1Aおよび配線W2Aの双方に、大きな違いのない（なるべく違うの少ない）キャパシタンス分Cx1およびCx2が付いていることが望ましい。同様に、平衡性の観点からは（もちろん配線W3Aのインダクタンス分/抵抗分と配線W4Aのインダクタンス分/抵抗分が近いに超したことはないが）、配線W3Aおよび配線W4Aの双方に、大きな違いのない（なるべく違うの少ない）キャパシタンス分Cx3およびCx4が付いていることが望ましい。

【0025】仮に配線W2Aがグランド回路に接地されると、インピーダンスの大きさから見ればCx2は見かけ上無限大となってCx1とCx2との間に大きな違いが生じ、IDT11とIDT21との間の配線W1Aおよび配線W2Aにおけるキャパシタンス分の非対称性が大きくなる。しかし、配線W1Aおよび配線W2Aのいずれもがグランド回路からフローティングされている（接地されていない）ならば、これらの配線にキャパシタンス分Cx1およびCx2が残り、たとえCx1≠Cx2であっても、配線W1Aまたは配線W2Aが接地される場合と比べれば、キャパシタンス分の非対称性は大幅に少なくなる（つまりIDT11とIDT21との間の平衡伝送路の平衡性がより良くなる）。

【0026】同様に、仮に配線W4Aがグランド回路に接地されると、インピーダンスの大きさから見ればCx4は見かけ上無限大となってCx3とCx4との間に大きな違いが生じ、IDT13とIDT23との間の配線W3Aおよび配線W4Aにおけるキャパシタンス分の非対称性が大きくなる。しかし、配線W3Aおよび配線W4Aのいずれもがグランド回路からフローティングされている（接地されていない）ならば、これらの配線にキャパシタンス分Cx3およびCx4が残り、たとえCx3≠Cx4であっても、配線W3Aまたは配線W4Aが接地される場合と比べれば、キャパシタンス分の非対称性は大幅に少なくなる（つまりIDT13とIDT23との間の平衡伝送路の平衡性がより良くなる）。

【0027】なお、例えば配線W1Aの幅を広くし配線W2Aの幅を狭くすることでこれらの配線とグランド回路間の等価的な対向面積差を減らせば、配線W1Aおよ

び配線W2Aにおけるキャパシタンス分の非対称性をさらに低減できる。同様に、例えば配線W3Aの幅を広くし配線W4Aの幅を狭くすることでこれらの配線とグランド回路間の等価的な対向面積差を減らせば、配線W3Aおよび配線W4Aにおけるキャパシタンス分の非対称性をさらに低減できる。

【0028】上記キャパシタンス分の非対称性がどの程度まで許容できるかは、この発明の実施製品において、最終的な平衡性（振幅バランスや位相バランス）をどの程度に管理するかによって変わる。Cx1～Cx4の具体的な値、あるいはキャパシタンス比Cx2/Cx1やキャパシタンス比Cx4/Cx3の具体的な値を示すことはできないが、所望の平衡性（振幅バランス/位相バランス）が得られるように配線W1A～W4Aのパターン配置/面積/長さ等を試験的に求めることは、充分可能である。

【0029】具体的には、平衡信号端子（P11～P12）における平衡性が所望の範囲（例えば振幅特性が±1dB、位相バランスが±10°）に収まる程度に、配線W1Aの浮遊容量Cx1および配線W2Aの浮遊容量Cx1を共存させるとともに、配線W3Aの浮遊容量Cx3および配線W4Aの浮遊容量Cx4を共存させるように（つまり配線W1A～W4Aを接地しない）構成する。そして、ある試作サンプルの平衡性が所望の範囲に収まらないときは、例えば配線W1A～W4Aのいずれかの引き回し方法および/またはその面積を変更する等して、配線上のインピーダンスバランスを変更した別の試作サンプルを作る。この別の試作サンプルの平衡性が所望の範囲（例えば振幅特性が±1dB、位相バランスが±10°）に収まったときは、そのときのパターン形状/面積/配置/長さ等を設計値として採用して、弾性表面波フィルタ装置を量産すればよい。このような試行錯誤の作業は、当業者にとって容易なことである。

【0030】上記「平衡性の所望の範囲」に関して、図4および図5を参照してより具体的に説明する。図4は、この発明の実施の形態に係る弾性表面波フィルタ装置の特性例（振幅特性と定在波比：VSWR）を説明する図である。ここでは、LT A基板10を用いたフィルタ（50Ω系不平衡入力/平衡出力型）の特性を示している。また、図5は、この発明の実施の形態に係る弾性表面波フィルタ装置の特性例（振幅バランス特性と位相バランス特性）を説明する図である。

【0031】図4の測定に使用したSAWフィルタは、例えば図1のような構成の弾性表面波フィルタで作られている。このフィルタの入力（図1のP01相当）は出力インピーダンス50Ωの信号源に接続され、このフィルタの出力（図1のP11～P12相当）は50Ωの負荷抵抗で終端されている。このフィルタは、図4に示されるように、中心周波数がおよそ942.5MHzであり、922.5MHz～962.5MHzを通過させ

るバンドパス特性を持っている。そして、通過周波数帯におけるVSWRが実用上充分小さな値（VSWRがほぼ2.5以下）に収まっている。

【0032】通過周波数帯における振幅バランス特性TFおよび位相バランス特性を（スケールを拡大して）例示したのが図5である。図5の例示からは、通過周波数帯内（922.5MHz～962.5MHz）の振幅特性が±1dB以内に収まり、位相バランス特性も±7°以内に収まっている。例えばこのような特性が得られるように、図1のパターン形状／面積／配置／長さ等を、従前の設計データを適宜利用して、および／または試行錯誤等により、決めればよい。

【0033】なお、上記の例では入出力インピーダンスを50Ωとしたが、フィルタ素子（弹性表面波素子1A、2A等）の電極指開口長、電極指本数等を適宜変更／操作することにより、他のインピーダンス系（75Ω、100Ω、150Ω、200Ω等）でも同様な効果が得られる。

【0034】また、電極指開口長、電極指本数等を適宜選択することで入力段と出力段のフィルタ（弹性表面波素子）のインピーダンス設計を変えることにより、入出力のインピーダンスが異なった弹性表面波フィルタ（例えば50Ω不平衡入力200Ω平衡出力、200Ω平衡入力50Ω不平衡出力、100Ω平衡入力100Ω平衡出力など）を実現することもできる。

【0035】具体的には、（1）弹性表面波素子の一方（1A）のIDT（11～13）を構成する櫛歯状電極の電極指のうち、少なくとも1本の電極指の弹性表面波励振方向（図1の水平方向）の幅寸法を、弹性表面波素子の他方（2A）のIDT（21～23）を構成する櫛歯状電極の電極指の前記弹性表面波励振方向（図1の水平方向）の幅寸法と異なるものとすることにより、弹性表面波フィルタ装置の入力および／または出力インピーダンスの設計値を変更することができる。

【0036】（2）弹性表面波素子の一方（1A）のIDT（11～13）を構成する前記櫛歯状電極の電極指のうち、少なくとも1本の電極指の開口長を、弹性表面波素子の他方（2A）のIDT（21～23）を構成する前記櫛歯状電極の電極指の開口長と異なるものとすることにより、弹性表面波フィルタ装置の入力および／または出力インピーダンスの設計値を変更することができる。

【0037】（3）櫛歯状電極の電極指は2本で1対とし、これら1対の電極指の中心間距離を電極周期としたときに、弹性表面波素子の一方（1A）に含まれる少なくとも1対の電極指の電極周期が、弹性表面波素子の他方（2A）に含まれる電極指の電極周期と異なるものとすることにより、前記フィルタ装置の入力および／または出力インピーダンスの設計値を変更することができる。

【0038】（4）弹性表面波素子の一方（1A）に含まれる電極指の総数が、弹性表面波素子の他方（2A）に含まれる電極指の総数と異なるものとすることにより、前記フィルタ装置の入力および／または出力インピーダンスの設計値を変更することができる。

【0039】（5）弹性表面波素子の一方（1A）は、IDT（11～13）により励振される弹性表面波の伝搬方向に沿って、このIDT（11～13）を挟むようにして圧電性基板上（10）に形成された複数のグレーティング状反射器（14～15）を含むことができ、弹性表面波素子の他方（2A）は、IDT（21～23）により励振される弹性表面波の伝搬方向に沿って、このIDT（21～23）を挟むようにして圧電性基板上（10）に形成された複数のグレーティング状反射器（24～25）を含むことができる。この場合、弹性表面波素子の一方（1A）に含まれるグレーティング状反射器（14～15）を構成する反射電極指の総数が、弹性表面波素子の他方（2A）に含まれるグレーティング状反射器（24～25）を構成する反射電極指の総数と異なるものとすることにより、前記フィルタ装置の入力および／または出力インピーダンスの設計値を変更することができる。

【0040】（6）弹性表面波素子の一方（1A）に含まれるIDT（11～13）の総数が、弹性表面波素子の他方（2A）に含まれるIDT（21～23）の総数と異なるものとすることにより、前記フィルタ装置の入力および／または出力インピーダンスの設計値を変更することができる。

【0041】（7）弹性表面波素子の一方（1A）の伝送周波数特性が、弹性表面波素子の他方（2A）の伝送周波数特性と異なるように、各弹性表面波素子を構成するIDTの電極指の数、開口長、電極周期等を変更してもよい。

【0042】図2は、この発明の他の実施の形態に係る弹性表面波フィルタ装置（横並べ配置縦続接続の不平衡入力／平衡出力弹性表面波フィルタ）の構造を説明する図である。図1と図2の違いは、縦続接続される2つの弹性表面波素子の配置方法にある。すなわち、図1では弹性表面波素子1Aと弹性表面波素子2Aは図面上縦並びに配置され縦続接続されているが、図2では弹性表面波素子1Bと弹性表面波素子2Bが図面上横並びに配置され縦続接続されている。図1と図2とでは配線W1A～W4Aと配線W1B～W4Bに違いがあるが、配線W1A～W4Aも配線W1B～W4Bもグランド回路からフローティングされ、各配線に（対グランド回路との間の）浮遊容量が付随していることは共通している。

【0043】図2の構成では、配線W1Bの浮遊容量Cy1と配線W2Bの浮遊容量Cy2とで配線W1B～W2B間のインピーダンスバランス（キャパシタンスの非対称性）を改善し、配線W3Bの浮遊容量Cy3と配線

W4Bの浮遊容量C y 4とで配線W3B～W4B間のインピーダンスバランス（キャパシタンスの非対称性）を改善している。これにより、振幅バランス性能および位相バランス性能のよい平衡動作型弹性表面波フィルタ装置を実現している。

【0044】なお図示しないが、図1に示すような弹性表面波素子1A、2Aと、図2に示すような弹性表面波素子1B、2Bを、同一の圧電性基板10上に形成するような実施の形態も可能である。

【0045】また、図1の弹性表面波素子1Aまたは図2の弹性表面波素子1Bを平衡型とし、図1の弹性表面波素子2Aまたは図2の弹性表面波素子2Bを不平衡型とするような実施の形態も可能である。

【0046】さらに、図1または図2の弹性表面波素子1Aまたは1Bの端子P01を出力端子とし、図1または図2の弹性表面波素子2Aまたは2Bの端子P11、P12を入力端子とするような実施の形態も可能である。

【0047】図3は、この発明のさらに他の実施の形態に係る弹性表面波フィルタ装置（縦並べ配置縦続接続の平衡入力／平衡出力弹性表面波フィルタ）の構造を説明する図である。図1と図3の違いは、縦続接続される2つの弹性表面波素子の一方（1A）が、不平衡型か平衡型かという点にある。すなわち、図1は不平衡入力／平衡出力型の弹性表面波フィルタ装置としているのに対して、図3は平衡入力／平衡出力型の弹性表面波フィルタ装置としている。

【0048】具体的には、図1ではIDT12の一方電極12aに不平衡信号端子P01が接続され他方電極12bがグランド回路に接地されているが、図3ではIDT12の一方電極12aに一方の平衡信号端子P01*が接続され他方電極12bに他方の平衡信号端子P02*が接続されている。

【0049】なお、図3の縦並び弹性表面波素子1Aおよび2Aは、図2のように横並びとすることもできる。

【0050】図1～図3の実施の形態の構成を要約すると、以下のように表現することもできる。すなわち、圧電性基板（10）上に、櫛歯状電極を交差させてなるインターディジタル変換器（11～13または21～23）が複数設けられる。前記インターディジタル変換器（11～13または21～23）を構成する前記櫛歯状電極の電極指は、前記インターディジタル変換器（11～13または21～23）により励振される弹性表面波の、例えば1/4波長の幅と間隔で配置されている。このように構成された共振子型の弹性表面波素子（1Aまたは2A）が、複数設けられる。そして、前記弹性表面波素子の一方（1A）と前記弹性表面波素子の他方（2A）とは縦続接続される。

【0051】ここで、前記縦続接続を構成する配線（W1A～W4A）が、弹性表面波フィルタ装置のグランド

回路から電気回路的にフローティング状態となるように構成される（各配線に浮遊容量が形成されるなら、いずれかの配線がグランド回路以外の何処かに繋がっていることは差し支えない）。

【0052】前記縦続接続を構成する配線（W1A～W4A）のうち、少なくとも1つは前記グランド回路から切り離される。なお、この配線として、例えば図1のIDT12の電極12bに繋がる配線を含めて考えるとときは、この電極12bに繋がる配線がグランド回路から切り離されていない。「少なくとも1つは前記グランド回路から切り離される」とは、このような状況も考慮した場合の表現である。また、例えば図1の構成と図3の構成を同一基板10上に形成するような実施の形態において、図1相当の構成では配線W2AおよびW4Aをグランド回路に接地するが、図3相当の構成では配線W1A～W4Aのいずれもグランド回路に接地しないという実施の形態も考えられる。「少なくとも1つは前記グランド回路から切り離される」とは、このような状況も考慮した場合の表現である。

【0053】なお、この発明は上記各実施の形態に限定されるものではなく、その実施の段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々な変形・変更が可能である。また、各実施の形態は可能な限り適宜組み合わせて実施されてもよく、その場合組み合わせによる効果が得られる。

【0054】さらに、上記実施の形態には種々な段階の発明が含まれており、この出願で開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。たとえば、実施の形態に示される全構成要件から1または複数の構成要件が削除されても、この発明の効果あるいはこの発明の実施に伴う効果のうち少なくとも1つが得られるときは、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得るものである。

【0055】<実施の形態の効果>差動信号処理（平衡信号処理）を行うIDTの浮遊インピーダンス成分（主に平衡信号経路の配線における対グランド回路間の浮遊容量）に着目し、段間IDTの配線をグランド回路に接地させないように構成している。これにより、差動（平衡）入力または差動（平衡）出力もしくは差動（平衡）入出力を可能とし、振幅バランス性、位相バランス性に優れ、低インピーダンスで駆動可能とした弹性表面波フィルタ装置（特に移動体通信分野で用いられる弹性表面波フィルタ装置）を得ることができる。

【0056】

【発明の効果】振幅特性／位相バランス性能のよい平衡動作型弹性表面波フィルタ装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施の形態に係る弹性表面波フィルタ装置の構造を説明する図。

【図2】この発明の他の実施の形態に係る弹性表面波フ

フィルタ装置の構造を説明する図。

【図3】この発明のさらに他の実施の形態に係る弾性表面波フィルタ装置の構造を説明する図。

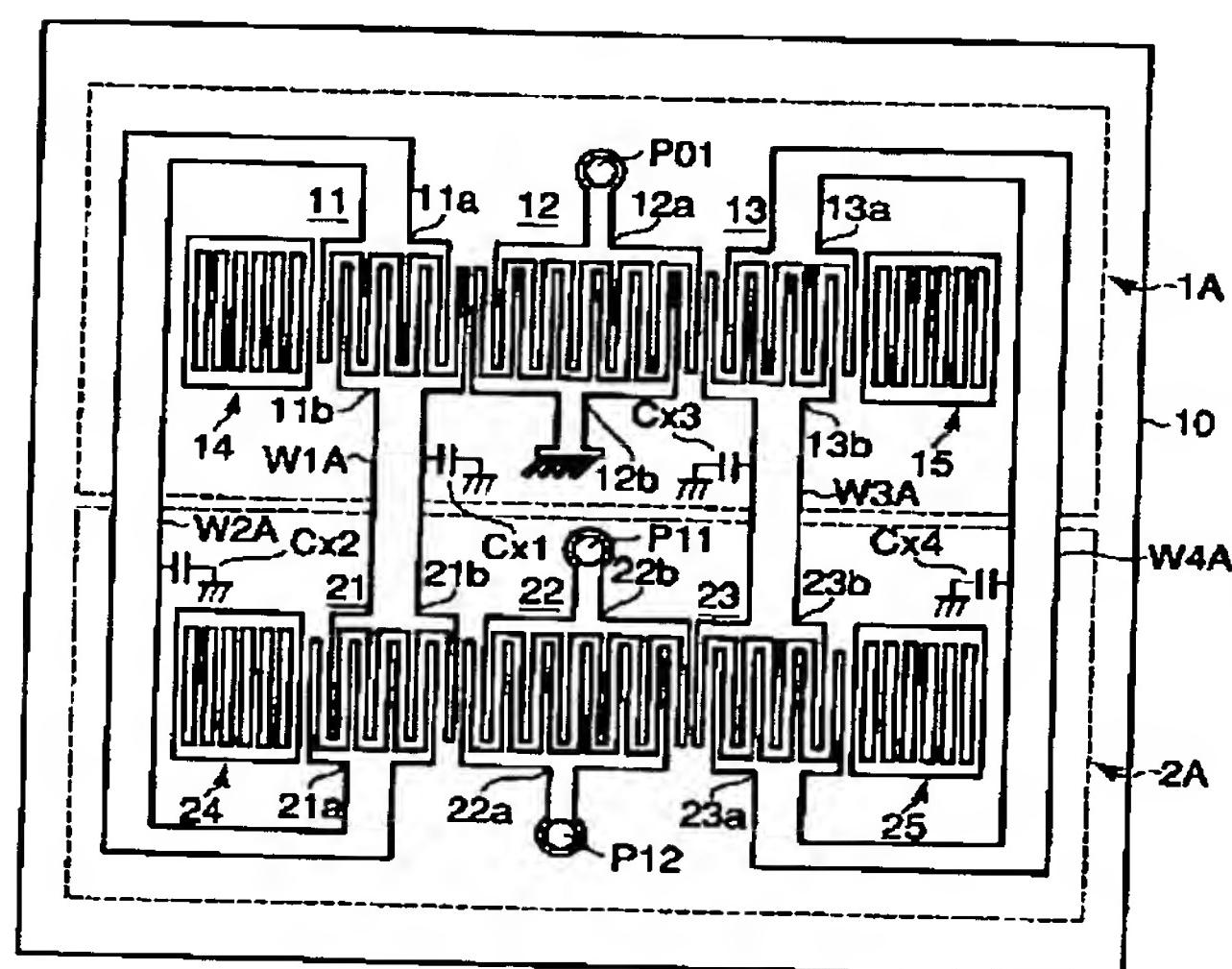
【図4】この発明の実施の形態に係る弾性表面波フィルタ装置（LTA基板を用いた、 50Ω 系バランス出力EGSM-Rxフィルタ）の特性例（振幅特性とVSWR）を説明する図。

【図5】この発明の実施の形態に係る弾性表面波フィルタ装置の特性例（振幅バランス特性と位相バランス特性）を説明する図。

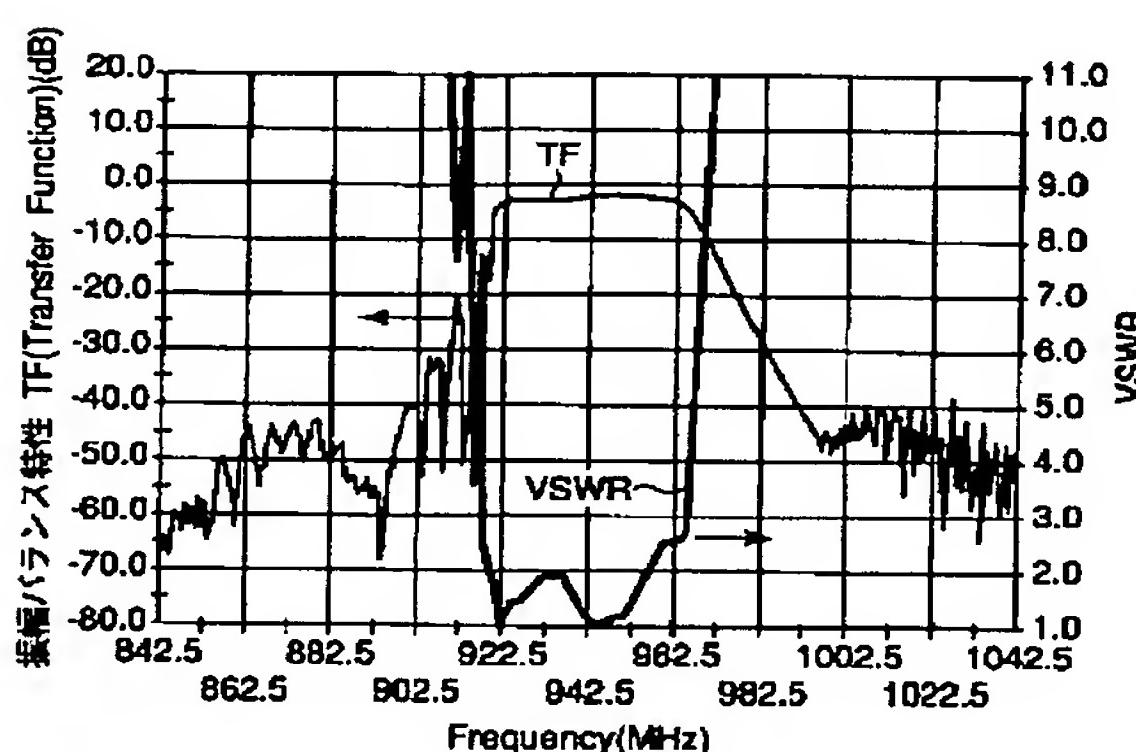
【符号の説明】

1A、1B、2A、2B…弾性表面波素子（共振子型弾性表面波素子）；10…圧電性基板；11～13、21～23…櫛歯状電極（インターデジタル変換器／IDT；機能素子）；14、15、24、25…反射器；P01…不平衡信号端子；P01*、P02*、P11、P12…平衡信号端子；W1A～W4A、W1B～W4B…信号線；Cx1～Cx4、Cy1～Cy4…浮遊容量（浮遊インピーダンス）。

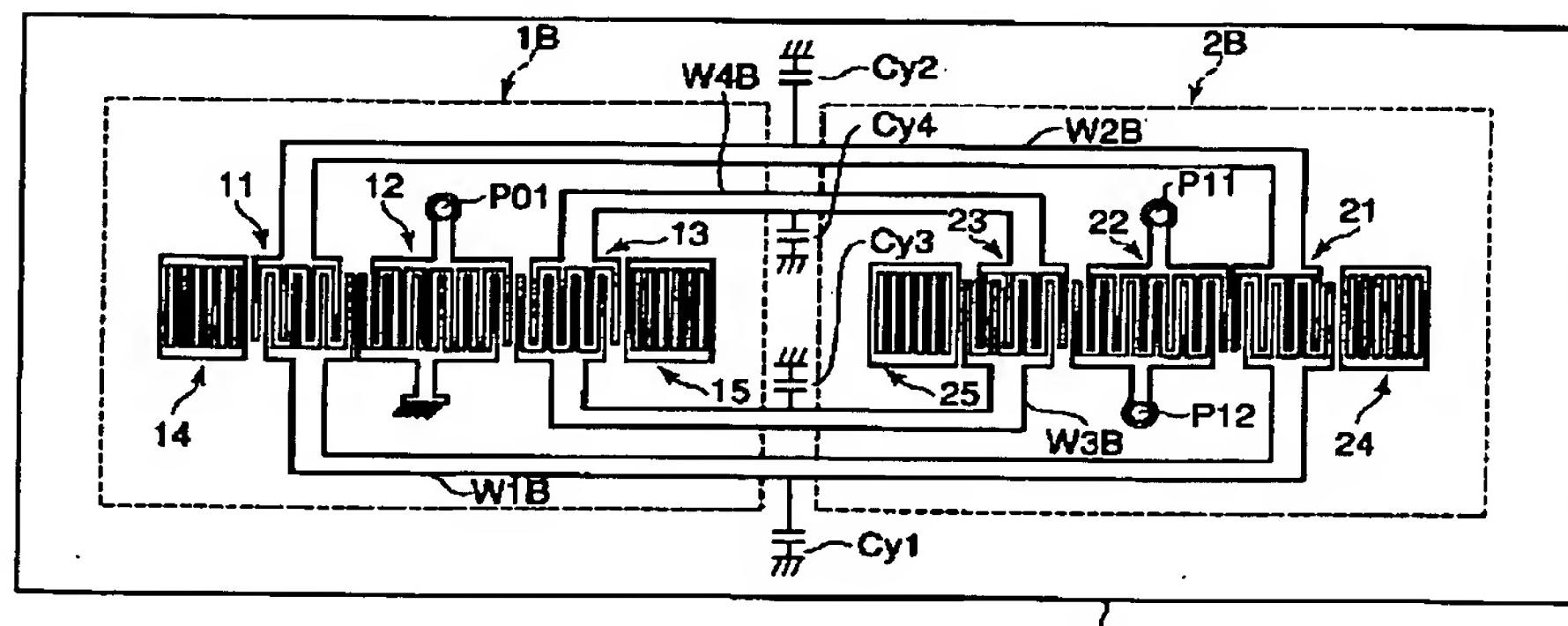
【図1】



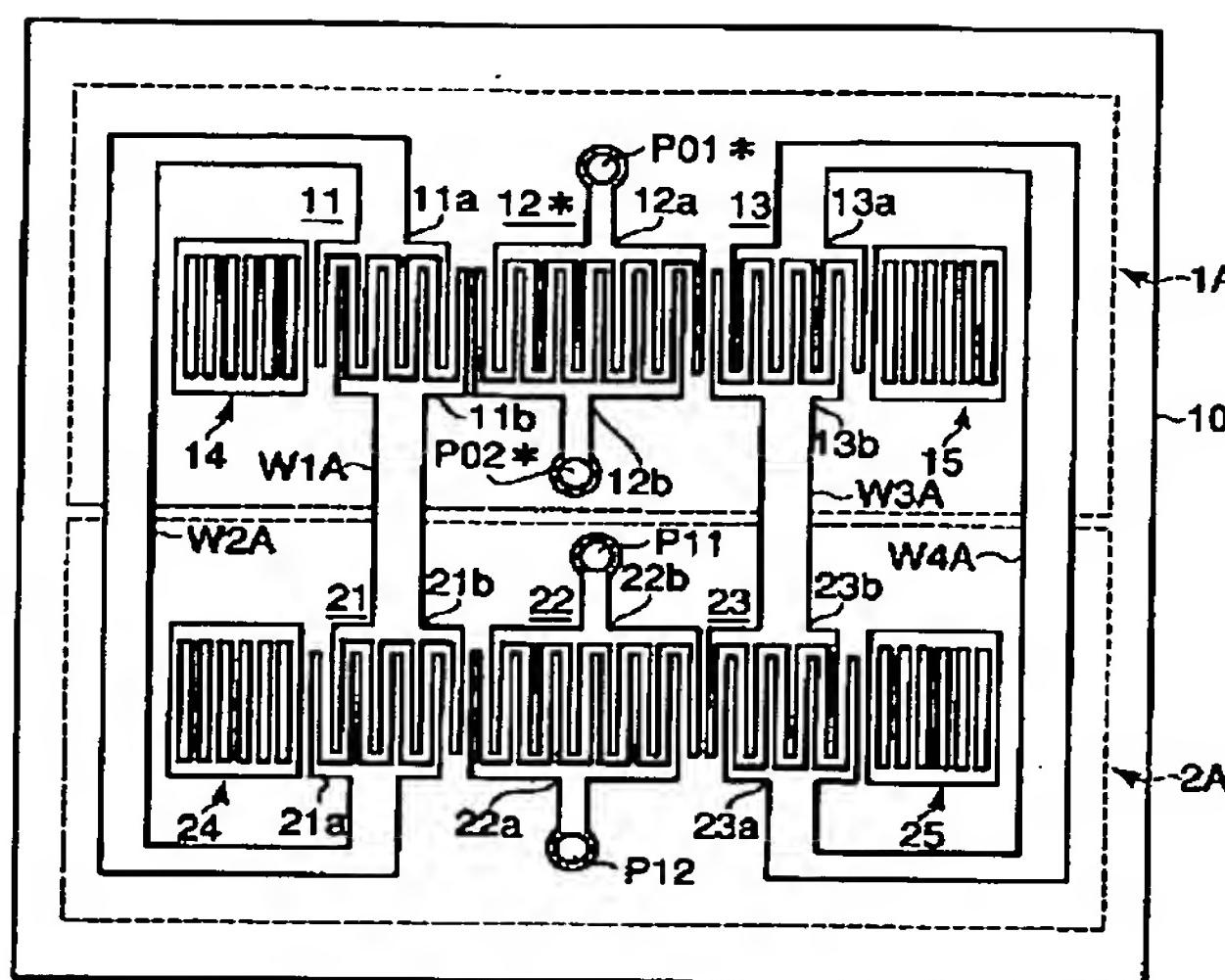
【図4】



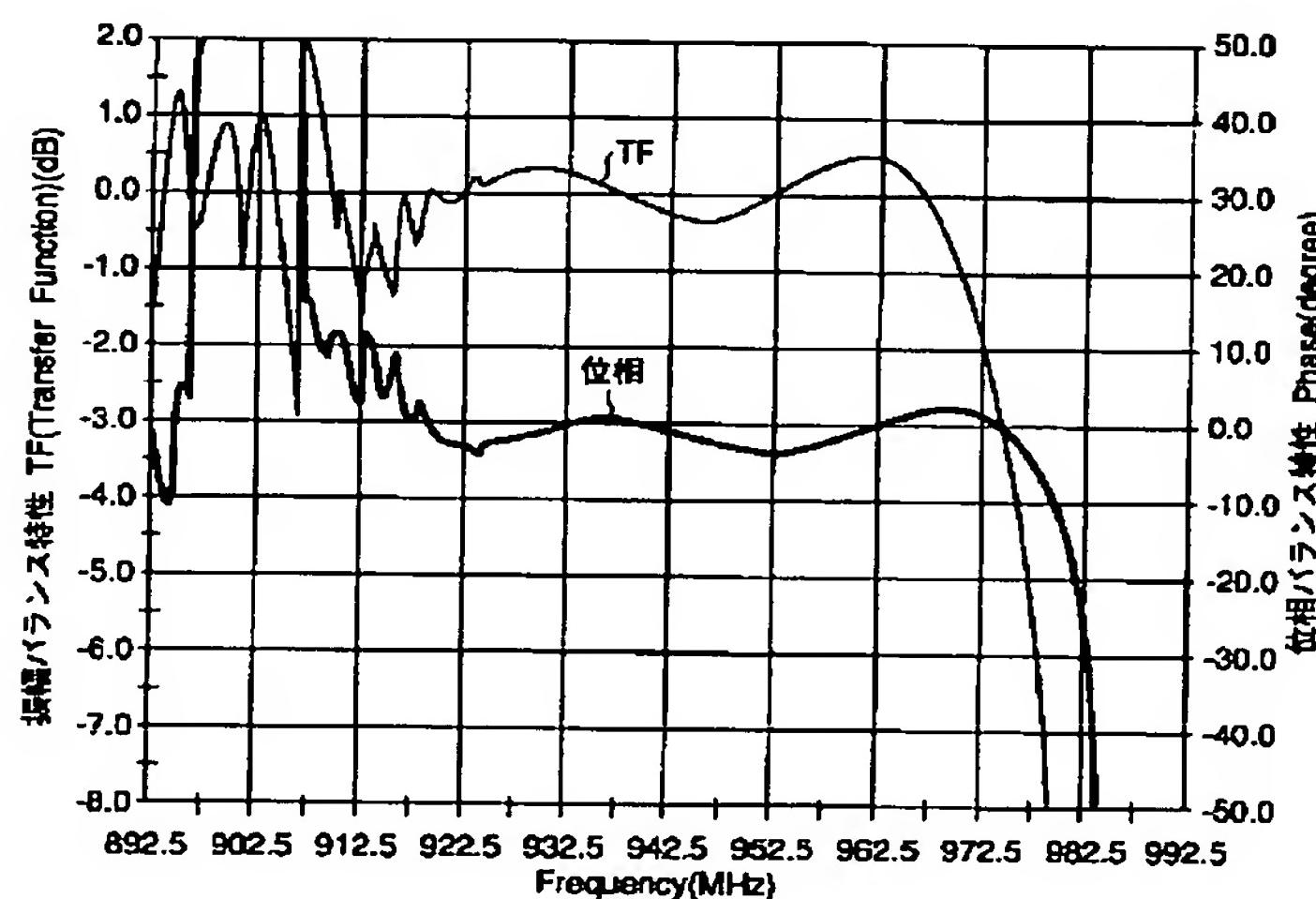
【図2】



【図3】



【図5】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-234636

(43)Date of publication of application : 22.08.2003

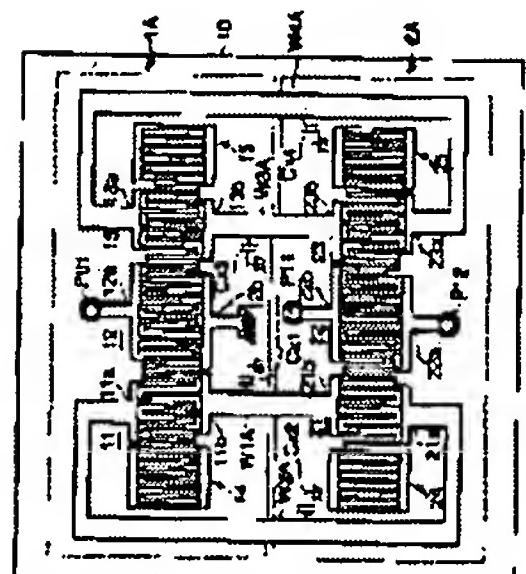
(51)Int.Cl. H03H 9/64

H03H 9/145

(21)Application number : 2002-032772 (71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 08.02.2002 (72)Inventor : ICHIKAWA SATOSHI
ETSUNO MASAYOSHI

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER DEVICE



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a balanced operation type surface acoustic wave filter device with excellent amplitude balance performance and phase balance performance.

SOLUTION: A plurality of IDTs (11-13 or 21-23) composed by crossing comb-line electrodes are provided on a piezoelectric substrate (10). The electrode

fingers of the comb-line electrodes constituting the IDTs (11-13 or 21-23) are arranged with the width and interval of about 1/4 wavelength of surface acoustic waves excited by the IDTs (11-13 or 21-23). A plurality of resonator type surface acoustic wave elements (1A or 2A) constituted in such a manner are provided. In this case, one (1A) of the surface acoustic wave elements and the other (2A) are cascade-connected and wiring (W1A-W4A) constituting the cascade connection is turned to a floating state in terms of an electric circuit from the ground circuit of the surface acoustic wave filter device.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.12.2004

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the thing possessing two or more surface acoustic elements formed on a piezoelectric substrate and the substrate of this piezoelectric substrate one side of two or more of said surface acoustic elements The 1st ctenidium-like electrode with an unbalance signal terminal or a balanced signal terminal, and the 2nd ctenidium-like electrode arranged at the one side of this 1st ctenidium-like electrode, The 3rd ctenidium-like electrode arranged at the other side of this 1st ctenidium-like electrode is included. Another side of the surface acoustic element of the; aforementioned plurality The 4th ctenidium-like electrode with the 1st and 2nd balanced signal terminals, and the 5th ctenidium-like electrode arranged at the one side of this 2nd ctenidium-like electrode, The one side electrode of the ctenidium-like electrode of the; above 2nd and the one side electrode of said 5th ctenidium-like electrode mind the 1st wiring including the 6th ctenidium-like electrode arranged at the other side of this 2nd ctenidium-like electrode. Connect electrically and the another side electrode of the ctenidium-like electrode of the; above 2nd and the another side electrode of said 5th ctenidium-like electrode mind the 2nd wiring. Connect electrically and the one side electrode of the ctenidium-like electrode of the; above 3rd and the one side electrode of said 6th ctenidium-like electrode mind the 3rd wiring. It connects electrically and the another side electrode of the ctenidium-like electrode of the; above 3rd and the another side electrode of said 6th ctenidium-like electrode are

electrically connected through the 4th wiring. The; above 1st thru/or 4th wiring of each To extent to which stray capacity is formed among other electrodes through said piezoelectric substrate, and the balance in the; above 1st and the 2nd balanced signal terminal is settled in the range of desired Balanced actuation mold surface acoustic wave filter equipment characterized by constituting so that the stray capacity of said 3rd wiring and the stray capacity of said 4th wiring may be made to live together while making the stray capacity of said 1st wiring, and the stray capacity of said 2nd wiring live together.

[Claim 2] On a piezoelectric substrate, two or more interdigital transducers which make a ctenidium-like electrode come to cross are formed. The electrode finger of said ctenidium-like electrode which constitutes said interdigital transducer In the thing equipped with two or more surface acoustic elements of the resonator mold arranged at about 1 / four waves of width of face, and spacing of the surface acoustic wave excited by said interdigital transducer Balanced actuation mold surface acoustic wave filter equipment which cascade connection of one side of said surface acoustic element and another side of said surface acoustic element is carried out, and is characterized by constituting so that wiring with which said cascade connection is constituted may be in floating in electrical circuit from the grand circuit of surface acoustic wave filter equipment.

[Claim 3] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 2 characterized by constituting so that at least one of wiring which constitutes said cascade connection may be separated from said grand circuit.

[Claim 4] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 2 or 3 characterized by constituting so that one side of said surface acoustic element may contain the interdigital transducer which is not connected to said grand circuit although another side of said surface acoustic element is connected to a balanced signal terminal including the interdigital transducer connected to an unbalance signal terminal and said grand circuit.

[Claim 5] Surface acoustic wave filter equipment according to claim 2 or 3 characterized by constituting so that another side of said surface acoustic

element may contain the interdigital transducer which is not connected to said grand circuit although it connects with a balanced signal terminal including the interdigital transducer which is not connected to said grand circuit although one side of said surface acoustic element is connected to a balanced signal terminal.

[Claim 6] The inside of the electrode finger of said ctenidium-like electrode which constitutes said one interdigital transducer of said surface acoustic element, The width method of the surface acoustic wave excitation direction of at least one electrode finger by differing from the width method of said surface acoustic wave excitation direction of the electrode finger of said ctenidium-like electrode which constitutes said interdigital transducer of another side of said surface acoustic element Surface acoustic wave filter equipment given in any 1 term of claim 2 characterized by constituting so that the input of said filter equipment and/or the design value of an output impedance may be changed thru/or claim 5.

[Claim 7] The inside of the electrode finger of said ctenidium-like electrode which constitutes said one interdigital transducer of said surface acoustic element, The opening length of at least one electrode finger by differing from the opening length of the electrode finger of said ctenidium-like electrode which constitutes said interdigital transducer of another side of said surface acoustic element Surface acoustic wave filter equipment given in any 1 term of claim 2 characterized by constituting so that the input of said filter equipment and/or the design value of an output impedance may be changed thru/or claim 6.

[Claim 8] When the electrode finger of said ctenidium-like electrode is made into one pair by two and the pitch of these one pairs of electrode fingers is made into an electrode period When the electrode period of at least one pair contained in one side of said surface acoustic element of said electrode fingers shall differ from the electrode period of said electrode finger contained on another side of said surface acoustic element Surface acoustic wave filter equipment given in any 1 term of claim 2 characterized by constituting so that the input of said filter equipment and/or the design value of an output impedance may be changed thru/or claim 7.

[Claim 9] Surface acoustic wave filter equipment given in any 1 term of claim 2 characterized by constituting so that the input of said filter equipment and/or the design value of an output impedance may be changed, when the total of said electrode finger contained in one side of said surface acoustic element shall differ from the total of said electrode finger contained on another side of said surface acoustic element thru/or claim 8.

[Claim 10] One side of said surface acoustic element meets in the propagation direction of the surface acoustic wave excited with said some of interdigital transducers. Two or more grating-like reflectors formed on said piezoelectric substrate as sandwiched some of these interdigital transducers are included. Another side of said surface acoustic element It meets in the propagation direction of the surface acoustic wave excited by the other sections of said interdigital transducer. In addition, two or more another side grating-like reflectors formed on said piezoelectric substrate as sandwiched the interdigital transducer of the section are included. The total of the reflector finger which constitutes said grating-like reflector contained in one side of said surface acoustic element By differing from the total of the reflector finger which constitutes said grating-like reflector contained on another side of said surface acoustic element Surface acoustic wave filter equipment given in any 1 term of claim 2 characterized by constituting so that the input of said filter equipment and/or the design value of an output impedance may be changed thru/or claim 9.

[Claim 11] Surface acoustic wave filter equipment given in any 1 term of claim 2 characterized by constituting so that the input of said filter equipment and/or the design value of an output impedance may be changed, when the total of said interdigital transducer contained in one side of said surface acoustic element shall differ from the total of said interdigital transducer contained on another side of said surface acoustic element thru/or claim 9.

[Claim 12] Surface acoustic wave filter equipment given in any 1 term of claim 2 characterized by one frequency characteristics of said surface acoustic element

constituting that it seems that it shall differ from the frequency characteristics of another side of said surface acoustic element thru/or claim 9.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
 2. **** shows the word which can not be translated.
 3. In the drawings, any words are not translated.
-

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to amelioration of differential mold (balanced actuation mold) surface acoustic wave filter equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] Surface acoustic wave filter equipment is a device which performs conversion with an electrical signal and a surface acoustic wave (SAW) with the ctenidium-like electrode (INTADEJITARUTORANSUDEYUSA: IDT) which consists of a thin film metal prepared on the piezo electric crystal, and transmits and receives a signal, and is used for a surface acoustic wave filter, a surface acoustic wave resonator, a delay circuit, etc. This surface acoustic wave device is widely used in the field of mobile communications, such as a cellular phone, by the merit that thin-shape-izing and a miniaturization are possible.

[0003] Although low loss and a steep barrier property out of band are naturally

searched for in the surface acoustic wave filter for RF stages used by mobile communications etc., recent years require a balanced actuation mold (a difference input and/or differential output mold) increasingly on it. The background has utilization/low-pricing of the balance input mold (balance output mold) IC.

[0004] With the balanced actuation mold filter, the good amplitude balance engine performance and the phase balance engine performance are called for. There are some which connect a balun coil to the surface acoustic wave filter of a non-differential drive, and take out a differential signal as the conventional technique which obtains the good amplitude balance engine performance and the phase balance engine performance. However, by the approach of connecting a balun coil to the surface acoustic wave filter of a non-differential drive, while the structure of a filter circuit becomes large, the cost of passive circuit elements also becomes high. Therefore, development of the differential mold (balanced actuation mold) surface acoustic wave filter which can carry out direct continuation to the balance mold IC is desired.

[0005] As an example of the conventional configuration of the surface acoustic wave filter which carries out the differential drive of the balance input mold IC :reference 1.G.Endoh et.al"High Performance Balanced Type SAW Filters inthe Range of 900MHz with some which were shown in drawing 1 of the following reference 1 and 1.9 GHz" -- Proc, IEEE Ultrason.Sympo., and p41-44 (1997) -- by this reference 1 The attempt which carries out the differential drive of the IDT of the output side connected to the balanced output terminal soon is made considering structure of an SAW filter as as [conventional], and grounding the interstage IDT by the side of an unbalanced input to a gland. However, by this method, the engine performance satisfaction goes [the engine performance] in the amplitude balance engine performance and the phase shift balance engine performance is not realized as stated to reference 1. As the cause, it is conventionally mentioned by the SAW filter of structure that the suspension impedance component which accompanies IDT to which differential signal

processing is performed exists asymmetrically to differential-circuit actuation.

This is described by the following reference 2.

[0006] reference 2.P.J.Edmonson et.al., "Effect of Stay Coupling on the Balance of a Differential LSAW Front-End Resonator-filter for Wireless/Mobile Circuits", Proc.IEEE Ultrason.Sympo., and p361-364 [(1999) 0007 --]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] the above -- unless it carries out somehow effect of an unsymmetrical suspension impedance (it is the asymmetry of the stray capacity between the circuit pattern of IDT, and a piezoelectric substrate especially), balanced actuation mold surface acoustic wave filter equipment with the sufficient amplitude balance engine performance and the sufficient phase balance engine performance cannot be obtained.

[0008] This invention was made in view of the above-mentioned situation, and that purpose is offering balanced actuation mold surface acoustic wave filter equipment with the sufficient amplitude balance engine performance and the sufficient phase balance engine performance.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The surface acoustic wave filter equipment concerning the gestalt of implementation of this invention possesses two or more surface acoustic elements formed on a piezoelectric substrate and the substrate of this piezoelectric substrate. One side of two or more of said surface acoustic elements contains the 1st ctenidium-like electrode with an unbalance signal terminal or a balanced signal terminal, the 2nd ctenidium-like electrode arranged at the one side of this 1st ctenidium-like electrode, and the 3rd ctenidium-like electrode arranged at the other side of this 1st ctenidium-like electrode. Moreover, another side of two or more of said surface acoustic elements contains the 4th ctenidium-like electrode with the 1st and 2nd balanced signal terminals, the 5th ctenidium-like electrode arranged at the one side of this 2nd ctenidium-like electrode, and the 6th ctenidium-like electrode arranged at the other side of this 2nd ctenidium-like electrode.

[0010] The one side electrode of said 2nd ctenidium-like electrode and the one

side electrode of said 5th ctenidium-like electrode mind the 1st wiring. Connect electrically and the another side electrode of the ctenidium-like electrode of the; above 2nd and the another side electrode of said 5th ctenidium-like electrode mind the 2nd wiring. it connects electrically -- having --; -- said 3rd ctenidium-like electrode -- on the other hand -- an electrode and said 6th ctenidium-like electrode -- on the other hand, an electrode is electrically connected through the 3rd wiring -- having --; -- the another side electrode of said 3rd ctenidium-like electrode and the another side electrode of said 6th ctenidium-like electrode are electrically connected through the 4th wiring.

[0011] Here, the said 1st thru/or 4th wiring of each forms stray capacity among other electrodes through said piezoelectric substrate.

[0012] While making the stray capacity of said 1st wiring, and the stray capacity of said 2nd wiring live together in extent to which the balance in said 1st and 2nd balanced signal terminals is settled in the range of desired, it constitutes so that the stray capacity of said 3rd wiring and the stray capacity of said 4th wiring may be made to live together.

[0013] Or with the surface acoustic wave filter equipment concerning the gestalt of implementation of this invention, two or more interdigital transducers which make a ctenidium-like electrode come to cross were formed on the piezoelectric substrate, and the electrode finger of said ctenidium-like electrode which constitutes said interdigital transducer is equipped with two or more surface acoustic elements of the resonator mold arranged at about 1 / four waves of width of face, and spacing of the surface acoustic wave excited by said interdigital transducer.

[0014] Here, cascade connection of one side of said surface acoustic element and another side of said surface acoustic element is carried out, and it is constituted so that wiring with which said cascade connection is constituted may be in floating in electrical circuit from the grand circuit of surface acoustic wave filter equipment.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, with reference to a drawing, the surface acoustic wave filter equipment concerning the gestalt of 1 implementation of this invention is explained.

[0016] Drawing 1 is drawing explaining the structure of the surface acoustic wave filter equipment (the unbalanced input / balanced output surface acoustic wave filter by which cascade connection was carried out by ***** arrangement) concerning the gestalt of 1 implementation of this invention.

[0017] In drawing 1 , the piezoelectric substrate 10 is cut into the sense rotated 36 degrees to Y shaft orientations focusing on the X-axis, and obtains the single crystal of for example, a lithium tantalic acid ghost (LiTaO₃) (this is written as LTA below).

[0018] On the piezoelectric substrate 10, surface acoustic element 1A by the side of an unbalanced input and surface acoustic element 2A of a balanced output side are formed by vertical list arrangement. Surface acoustic element 1A is equipped with the interdigital transducers (it outlines Following IDT) 11-13 which make the ctenidium-like electrode of metal thin films, such as aluminum, come to cross, and the grating-like reflectors (it outlines Following Gr) 14-15 of metal thin films, such as aluminum. Moreover, surface acoustic element 2A is equipped with IDT 21-23 which makes the ctenidium-like electrode of metal thin films, such as aluminum, come to cross, and Gr 24-25 of metal thin films, such as aluminum. Gr14 and Gr15 are arranged along the propagation direction (longitudinal direction of drawing 1) of the surface acoustic wave excited by IDT12 (or IDT 11 and 13), and Gr24 and Gr25 are arranged along the propagation direction (longitudinal direction of drawing 1) of the surface acoustic wave excited by IDT 21 and 23 (or IDT22).

[0019] here -- each surface acoustic elements 1A and 2A -- an electrode finger pitch (the pitch of one pair of adjoining electrode fingers; electrode period), electrode digital-furrow width of face, opening length (substantial decussation length of an electrode finger), and an electrode finger -- pattern configurations, such as a logarithm, -- abbreviation -- it is formed so that it may become the

same. If it has another way of speaking, IDT 11-13 and the electrode finger which constitutes 21-23 consist of electrodes (it is henceforth called a solid electrode) arranged at about 1 / four waves of width of face, and spacing of the surface acoustic wave excited by IDT. Drawing 1 is the resonator mold surface acoustic wave filter constituted in this way.

[0020] Specifically, surface acoustic element 1A contains IDT12 with the unbalance signal terminal P01, IDT13 arranged on the right-hand side of IDT11 and IDT12 which have been arranged on the left-hand side of this IDT12, and Gr14 and Gr15 which were arranged in right and left on both sides of these [11-IDT 13]. One side electrode 12a of a center IDT12 is connected to the unbalance signal terminal P01, and the another side electrode 12b is grounded in the grand circuit of a filter.

[0021] Similarly, surface acoustic element 2A contains IDT22 with the balanced signal terminals P11 and P12, IDT23 arranged on the right-hand side of IDT21 and IDT22 which have been arranged on the left-hand side of this IDT22, and Gr24 and Gr25 which were arranged in right and left on both sides of these [21-IDT 23]. One side electrode 22a of a center IDT22 is connected to one balanced signal terminal P11, and the another side electrode 12b is connected to the balanced signal terminal P12 of another side.

[0022] Cascade connection of surface acoustic element 1A and the surface acoustic element 2A is carried out through wiring W1 A-W4A. namely, IDT11 -- on the other hand -- an electrode 11 -- b and IDT21 -- on the other hand, electrode 21b connects electrically through 1st wiring W1A -- having -- the another side electrode 11 of IDT11 -- another side electrode 21a of a and IDT21 is electrically connected through 2nd wiring W2A. the same -- IDT13 -- on the other hand -- an electrode 13 -- b and IDT23 -- on the other hand, electrode 23b connects electrically through 3rd wiring W3A -- having -- the another side electrode 13 of IDT13 -- another side electrode 23a of a and IDT23 is electrically connected through 4th wiring W4A.

[0023] In the above-mentioned cascade connection, wiring W1 A-W4A is not

grounded but floating is carried out from the grand circuit. For this reason, between wiring W1A-W4A with each, and a grand circuit, stray capacity Cx1-Cx4 is formed through the piezoelectric substrate 10 (dielectric).

[0024] An important thing is that effect of as opposed to the balance of a filter in the direction of the asymmetry of the stray capacity (a part for capacitance) which accompanies wiring W1A and wiring W2A is larger than the asymmetry of the impedance (a part for inductance part + direct current resistance) by the difference in the die length of wiring W1A and wiring W2A here (this is cut by the experience top). for this reason -- balance -- a viewpoint -- from -- (-- natural -- wiring -- W -- one -- A -- an inductance -- a part -- / -- resistance -- a part -- wiring -- W -- two -- A -- an inductance -- a part -- / -- resistance -- a part -- being near -- alike -- having exceeded -- things -- there is nothing --) -- wiring -- W -- one -- A -- and -- wiring -- W -- two -- A -- both sides -- being big -- a difference -- there is nothing (if possible -- a difference -- few) -- capacitance -- a part -- Cx -- one -- and -- Cx -- two -- be attached -- **** -- things -- being desirable . the same -- from a viewpoint of balance -- (-- natural -- it is alike and there is nothing with near part for a part for the inductance part / resistance of wiring W3A, and the inductance part / resistance of wiring W4A that was exceeded --) -- it is desirable to be attached to the both sides of wiring W3A and wiring W4A by the amount of [without a big difference (if possible -- a difference -- few) / Cx3 and Cx4] capacitance.

[0025] If wiring W2A is grounded in the grand circuit, and it sees from the magnitude of an impedance, Cx2 serves as infinity seemingly, a big difference will arise between Cx1 and Cx2, and the asymmetry for capacitance in wiring W1A between IDT11 and IDT21 and wiring W2A will become large. both [however,] wiring W1A and wiring W2A -- although -- floating is carried out from the grand circuit (not grounded), if it becomes Even if the amount of [Cx1 and Cx2] capacitance remains in these wiring and it is $Cx1 \neq Cx2$ If compared with the case where wiring W1A or wiring W2A is grounded, the asymmetry for capacitance will decrease sharply (that is, the balance of the balanced

transmission line between IDT11 and IDT21 becomes better).

[0026] Similarly, if wiring W4A is grounded in the grand circuit, and it sees from the magnitude of an impedance, Cx4 serves as infinity seemingly, a big difference will arise between Cx3 and Cx4, and the asymmetry for capacitance in wiring W3A between IDT13 and IDT23 and wiring W4A will become large. both [however,] wiring W3A and wiring W4A -- although -- floating is carried out from the grand circuit (not grounded), if it becomes Even if the amount of [Cx3 and Cx4] capacitance remains in these wiring and it is $Cx3 \neq Cx4$ If compared with the case where wiring W3A or wiring W4A is grounded, the asymmetry for capacitance will decrease sharply (that is, the balance of the balanced transmission line between IDT13 and IDT23 becomes better).

[0027] In addition, if the equivalent opposite area difference between these wiring and grand circuits is reduced by making large width of face of wiring W1A, for example, and narrowing width of face of wiring W2A, the asymmetry for capacitance in wiring W1A and wiring W2A can be reduced further. If the equivalent opposite area difference between these wiring and grand circuits is reduced by similarly making width of face of wiring W3A large, and narrowing width of face of wiring W4A, the asymmetry for capacitance in wiring W3A and wiring W4A can be reduced further.

[0028] To what extent the asymmetry for the above-mentioned capacitance can approve changes by how much final balance (amplitude balance and phase balance) is managed in the operation product of this invention. Although the concrete value of Cx1-Cx4 or the concrete value of the capacitance ratios Cx2/Cx1 or the capacitance ratios Cx4/Cx3 cannot be shown, it is possible enough to find the pattern arrangement / area / the die length of wiring W1 A-W4A in a tentative way so that desired balance (amplitude balance / phase balance) may be acquired.

[0029] Balance [in / specifically / a balanced signal terminal (P11-P12)] is the range of desired (for example, the amplitude characteristic **1dB). While phase balance makes the stray capacity Cx1 of wiring W1A, and the stray capacity Cx1

of wiring W2A live together in extent settled in **10 degrees It constitutes so that the stray capacity Cx3 of wiring W3A and the stray capacity Cx4 of wiring W4A may be made to live together (that is, wiring W1 A-W4A is not grounded). And when the balance of a certain prototype sample is not settled in the range of desired, it carries out changing an approach taking about either of the wiring W1 A-W4A, and/or its area etc., and another prototype sample which changed the impedance balance on wiring is made. What is necessary is to adopt the pattern configuration / area / arrangement / die length at that time as a design value, and just to mass-produce surface acoustic wave filter equipment, when the balance of this another prototype sample is settled in the range of desired (the amplitude characteristic is **1dB and phase balance is **10 degrees). The activity of such trial-and-error is easy for this contractor.

[0030] The above "the range of the request of balance" is more concretely explained with reference to drawing 4 R> 4 and drawing 5 . Drawing 4 is drawing explaining the example of a property of the surface acoustic wave filter equipment concerning the gestalt of implementation of this invention (the amplitude characteristic and a standing-wave ratio: VSWR). Here, the property of a filter (50-ohm system unbalanced input / balanced output mold) of having used the LTA substrate 10 is illustrated. Moreover, drawing 5 is drawing explaining the example of a property of the surface acoustic wave filter equipment concerning the gestalt of implementation of this invention (an amplitude balance property and phase balance property).

[0031] The SAW filter used for measurement of drawing 4 is made from the surface acoustic wave filter of a configuration like drawing 1 . The input (about [of drawing 1 / P01]) of this filter is connected to the source of a signal with an output impedance of 50 ohms, and termination of the output (about [of drawing 1 / P11-P12]) of this filter is carried out by 50-ohm load resistance. Center frequency is about 942.5MHz and this filter has the bandpass property of passing 922.5MHz - 962.5MHz so that it may be illustrated by drawing 4 . And VSWR in a passage frequency band is settled in the practically sufficiently small value

(VSWR is about 2.5 or less).

[0032] Drawing 5 illustrated the amplitude balance property TF in a passage frequency band, and the phase balance property (expanding a scale). From instantiation of drawing 5 , the amplitude characteristic in a passage frequency band (922.5MHz - 962.5MHz) was settled in less than **1dB, and the phase balance property is also settled in less than **7 degrees. For example, what is necessary is just to decide the pattern configuration / area / arrangement / the die length of drawing 1 by trial-and-error etc., using an old design data suitably so that such a property may be acquired.

[0033] In addition, although the I/O impedance was set to 50 ohms in the above-mentioned example, effectiveness with other same impedance systems (75ohm, 100ohm, 150ohm, 200ohm, etc.) is acquired by changing / operating suitably the electrode finger opening length of filter elements (surface acoustic elements 1A and 2A etc.), an electrode finger number, etc.

[0034] Moreover, the surface acoustic wave filters (for example, 200ohm balanced output of 50-ohm unbalanced inputs, 50ohm unbalanced output of 200-ohm balanced inputs, 100ohm balanced output of 100-ohm balanced inputs, etc.) with which the impedances of I/O differed are also realizable by changing the impedance design of the filter (surface acoustic element) of an input stage and an output stage by choosing suitably electrode finger opening length, an electrode finger number, etc.

[0035] The inside of the electrode finger of the ctenidium-like electrode which specifically constitutes IDT [on the other hand / (1A)] (11-13) of (1) surface acoustic element, The width method of the surface acoustic wave excitation direction (horizontal direction of drawing 1) of at least one electrode finger By differing from the width method of said surface acoustic wave excitation direction (horizontal direction of drawing 1) of the electrode finger of the ctenidium-like electrode which constitutes IDT (21-23) of another side (2A) of a surface acoustic element The input of surface acoustic wave filter equipment and/or the design value of an output impedance can be changed.

[0036] (2) The input of surface acoustic wave filter equipment and/or the design value of an output impedance can be changed by differing the opening length of at least one electrode finger from the opening length of the electrode finger of said ctenidium-like electrode which constitutes IDT (21-23) of another side (2A) of a surface acoustic element among the electrode fingers of said ctenidium-like electrode which constitutes IDT [on the other hand / (1A)] (11-13) of a surface acoustic element.

[0037] (3) When the electrode finger of a ctenidium-like electrode is made into one pair by two, the pitch of these one pairs of electrode fingers is made into an electrode period, and the electrode period of at least one pair of electrode fingers with which a surface acoustic element is contained on the other hand (1A) shall differ from the electrode period of the electrode finger contained on another side (2A) of a surface acoustic element, the input of said filter equipment and/or the design value of an output impedance can be changed.

[0038] (4) The total of the electrode finger with which a surface acoustic element is contained on the other hand (1A) can change the input of said filter equipment, and/or the design value of an output impedance by differing from the total of the electrode finger contained on another side (2A) of a surface acoustic element.

[0039] (5) Meet in the propagation direction of the surface acoustic wave of a surface acoustic element excited by IDT (11-13) on the other hand (1A). Two or more grating-like reflectors (14-15) formed in (10) on the piezoelectric substrate as sandwiched this IDT (11-13) can be included. Another side (2A) of a surface acoustic element can contain two or more grating-like reflectors (24-25) formed in (10) on the piezoelectric substrate as sandwiched this IDT (21-23) along the propagation direction of the surface acoustic wave excited by IDT (21-23). In this case, the total of the reflector finger which constitutes the grating-like reflector (14-15) with which a surface acoustic element is contained on the other hand (1A) can change the input of said filter equipment, and/or the design value of an output impedance by differing from the total of the reflector finger which constitutes the grating-like reflector (24-25) contained on another side (2A) of a

surface acoustic element.

[0040] (6) The total of IDT (11-13) in which a surface acoustic element is contained on the other hand (1A) can change the input of said filter equipment, and/or the design value of an output impedance by differing from the total of IDT (21-23) contained on another side (2A) of a surface acoustic element.

[0041] (7) The transmission frequency characteristics [on the other hand / (1A)] of a surface acoustic element may change the number of the electrode fingers of IDT which constitutes each surface acoustic element, opening length, an electrode period, etc. so that it may differ from the transmission frequency characteristics of another side (2A) of a surface acoustic element.

[0042] Drawing 2 is drawing explaining the structure of the surface acoustic wave filter equipment (the unbalanced input / balanced output surface acoustic wave filter of horizontal **** arrangement cascade connection) concerning the gestalt of other operations of this invention. The difference between drawing 1 and drawing 2 is in the configuration method of two surface acoustic elements by which cascade connection is carried out. That is, although cascade connection of surface acoustic element 1A and the surface acoustic element 2A is arranged and carried out to the drawing top length list in drawing 1 , in drawing 2 , on the drawing, surface acoustic element 1B and surface acoustic element 2B are arranged lining up side-by-side, and cascade connection is carried out. Although a difference is in wiring W1 A-W4A and wiring W1 B-W4B by drawing 1 and drawing 2 , floating also of the wiring W1 A-W4A and wiring W1 B-W4B is carried out from a grand circuit, and it is common that stray capacity (between the circuits for a gland) accompanies each wiring.

[0043] With the configuration of drawing 2 , the impedance balance between wiring W1 B-W2Bs (asymmetry of capacitance) has been improved with the stray capacity Cy1 of wiring W1B, and the stray capacity Cy2 of wiring W2B, and the impedance balance between wiring W3B-W4B (asymmetry of capacitance) is improved with the stray capacity Cy3 of wiring W3B, and the stray capacity Cy4 of wiring W4B. This has realized balanced actuation mold surface acoustic wave

filter equipment with the sufficient amplitude balance engine performance and the sufficient phase balance engine performance.

[0044] In addition, although not illustrated, the gestalt of the surface acoustic elements 1A and 2A as shown in drawing 1 , and operation which forms surface acoustic element 1B as shown in drawing 2 , and 2B on the same piezoelectric substrate 10 is also possible.

[0045] Moreover, the gestalt of operation which uses surface acoustic element 1A of drawing 1 or surface acoustic element 1B of drawing 2 R> 2 as a balanced type, and uses surface acoustic element 2A of drawing 1 or surface acoustic element 2B of drawing 2 as an unbalance mold is also possible.

[0046] Furthermore, the gestalt of operation which makes an output terminal the terminal P01 of the surface acoustic elements 1A or 1B of drawing 1 or drawing 2 , and uses the terminals P11 and P12 of surface acoustic element 2A of drawing 1 or drawing 2 or 2B as an input terminal is also possible.

[0047] Drawing 3 is drawing explaining the structure of the surface acoustic wave filter equipment (the balanced input / balanced output surface acoustic wave filter of ***** arrangement cascade connection) of this invention further applied to the gestalt of other operations. The difference between drawing 1 and drawing 3 is in the point of an unbalance mold or a balanced type on the other hand (1A) of two surface acoustic elements by which cascade connection is carried out. That is, drawing 3 is taken as the surface acoustic wave filter equipment of a balanced input / balanced output mold to drawing 1 considering as the surface acoustic wave filter equipment of an unbalanced input / balanced output mold.

[0048] concrete -- drawing 1 -- IDT12 -- although the unbalance signal terminal P01 is connected to electrode 12a on the other hand and another side electrode 12b is grounded in the grand circuit -- drawing 3 -- IDT12 -- on the other hand, one balanced signal terminal P01* is connected to electrode 12a, and balanced signal terminal P02* of another side is connected to another side electrode 12b.

[0049] In addition, the vertical list surface acoustic elements 1A and 2A of drawing 3 can also be lined up side-by-side like drawing 2 .

[0050] If the configuration of the gestalt of operation of drawing 1 - drawing 3 is summarized, it can also express as follows. That is, two or more interdigital transducers (11-13, or 21-23) which make a ctenidium-like electrode come to cross are formed on a piezoelectric substrate (10). The electrode finger of said ctenidium-like electrode which constitutes said interdigital transducer (11-13, or 21-23) is arranged with the surface acoustic wave excited by said interdigital transducer (11-13, or 21-23), for example, the width of face and spacing of quarter-wave length. Thus, two or more surface acoustic elements (1A or 2A) of the constituted resonator mold are prepared. And cascade connection of one side (1A) of said surface acoustic element and another side (2A) of said surface acoustic element is carried out.

[0051] Here, it is constituted so that wiring (W1A-W4A) which constitutes said cascade connection may be in floating in electrical circuit from the grand circuit of surface acoustic wave filter equipment (if stray capacity is formed in each wiring, it will not interfere that one of wiring is connected except [somewhere in] a grand circuit).

[0052] At least one of wiring (W1A-W4A) which constitutes said cascade connection is separated from said grand circuit. In addition, when thinking as this wiring including wiring which leads to electrode 12b of IDT12 of drawing 1 , wiring which leads to this electrode 12b is not separated from a grand circuit. It is the expression at the time of "at least one is separated from said grand circuit", and also taking such a situation into consideration. Moreover, in the gestalt of operation which forms the configuration of drawing 1 , and the configuration of drawing 3 on the same substrate 10, for example, although wiring W2A and W4A are grounded in a grand circuit with the configuration of drawing 1 , all of wiring W1 A-W4A and the gestalt of operation of not grounding in a grand circuit are also considered with the configuration of drawing 3 . It is the expression at the time of "at least one is separated from said grand circuit", and also taking such a situation into consideration.

[0053] In addition, this invention is not limited to the gestalt of each above-

mentioned implementation, and deformation and modification various in the range which does not deviate from that summary are possible for it in the phase of that operation. Moreover, the gestalt of each operation is combined as suitably as possible, and may be carried out, and the effectiveness by combination is acquired in that case.

[0054] Furthermore, invention of various phases is included in the gestalt of the above-mentioned implementation, and various invention may be extracted by the proper combination in two or more requirements for a configuration indicated by this application. For example, even if 1 or two or more requirements for a configuration are deleted from all the requirements for a configuration shown in the gestalt of operation, when at least one of this effect of the invention or the effectiveness accompanying implementation of this invention is obtained, the configuration from which this requirement for a configuration was deleted may be extracted as invention.

[0055] Paying attention to the suspension impedance component (stray capacity between the circuits [in / mainly / wiring of a balanced signal path] for a gland) of IDT which performs <effectiveness of gestalt of operation> differential signal processing (balanced signal processing), it constitutes so that a grand circuit may not be made to ground wiring of Interstage IDT. By this, a differential (balance) input, a differential (balance) output, or differential (balance) I/O is enabled, it excels in amplitude balance nature and phase balance nature, and the surface acoustic wave filter equipment (surface acoustic wave filter equipment used especially in the mobile communications field) whose drive was enabled by low impedance can be obtained.

[0056]

[Effect of the Invention] Balanced actuation mold surface acoustic wave filter equipment with sufficient amplitude characteristic / phase balance engine performance is realizable.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing explaining the structure of the surface acoustic wave filter equipment concerning the gestalt of 1 implementation of this invention.

[Drawing 2] Drawing explaining the structure of the surface acoustic wave filter equipment concerning the gestalt of other operations of this invention.

[Drawing 3] Drawing explaining the structure of the surface acoustic wave filter equipment of this invention further applied to the gestalt of other operations.

[Drawing 4] Drawing explaining the example of a property (amplitude characteristic and VSWR) of the surface acoustic wave filter equipment (50-ohm system balance output EGSM-Rx filter using a LTA substrate) concerning the gestalt of implementation of this invention.

[Drawing 5] Drawing explaining the example of a property of the surface acoustic wave filter equipment concerning the gestalt of implementation of this invention (an amplitude balance property and phase balance property).

[Description of Notations]

1A, 1B, 2A, 2B-- surface acoustic element (resonator mold surface acoustic element); 10 -- piezoelectric substrate; 11-13, a 21-23 -- ctenidium-like electrode (an interdigital transducer/IDT; functional device); 14, 15, 24, 25 -- Reflector ; P 01 -- Unbalance signal terminal ; P 01*, P02*, P11, P12 -- balance signal

terminal; W1 A-W4A, a W1 B-W4B-- signal line; Cx1-Cx4, Cy1-Cy4 -- Stray capacity (suspension impedance).

[Translation done.]

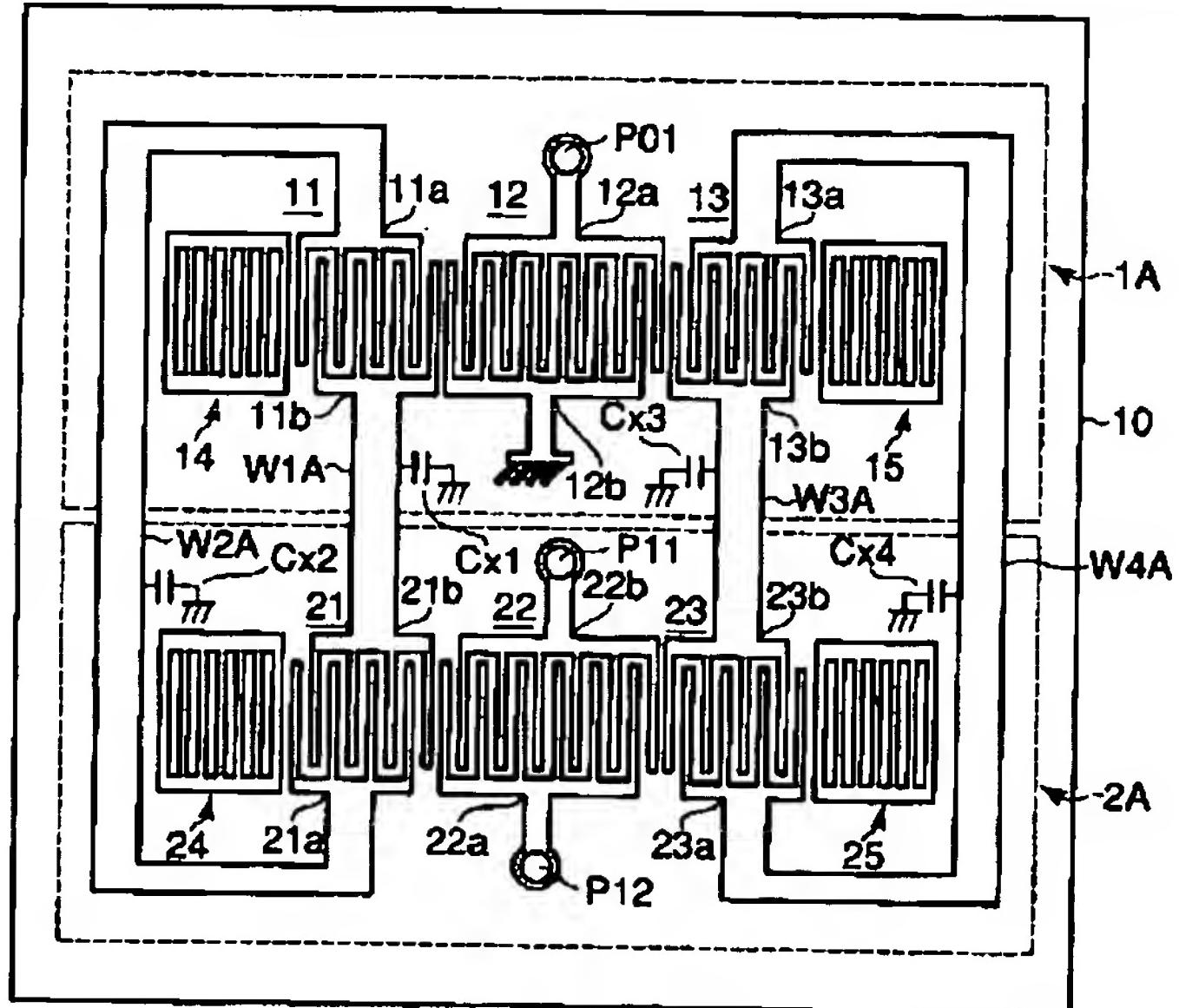
* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

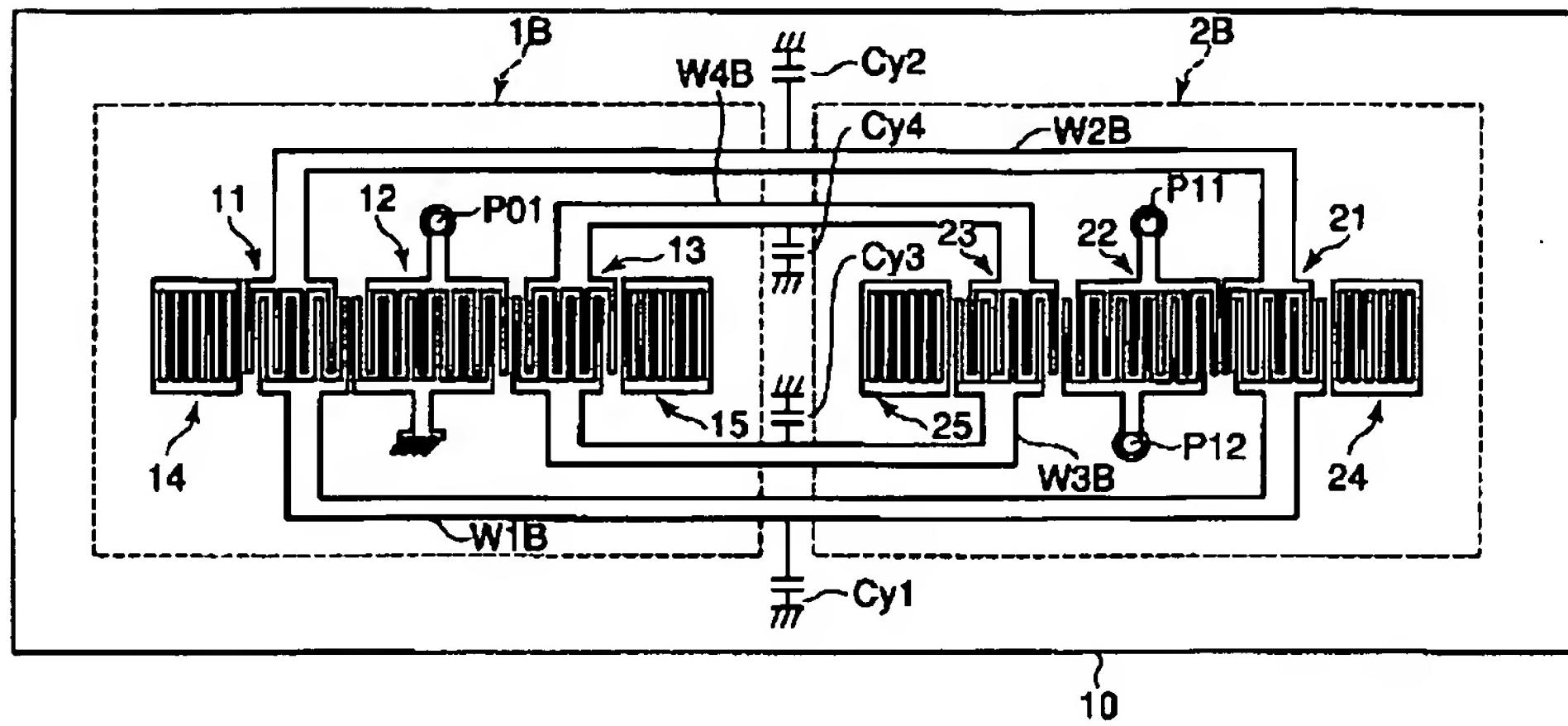
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

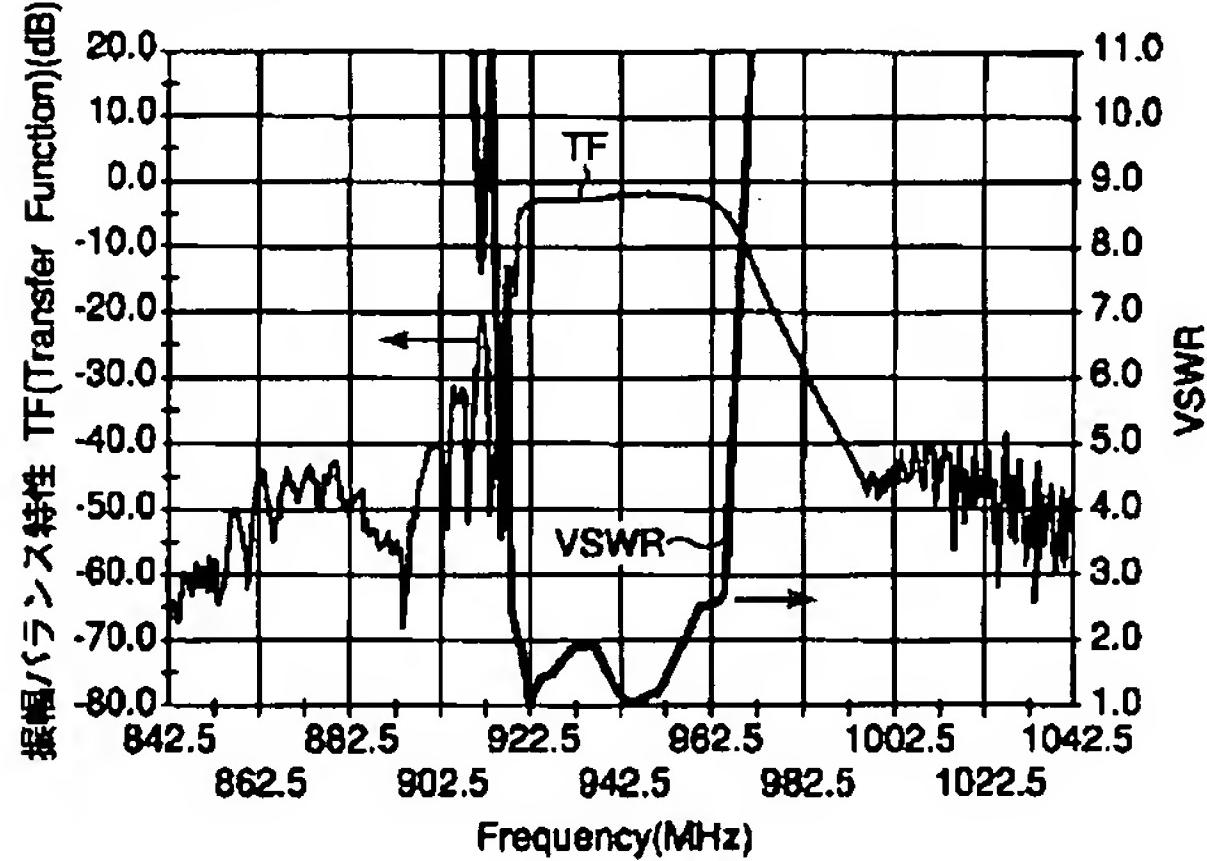
[Drawing 1]



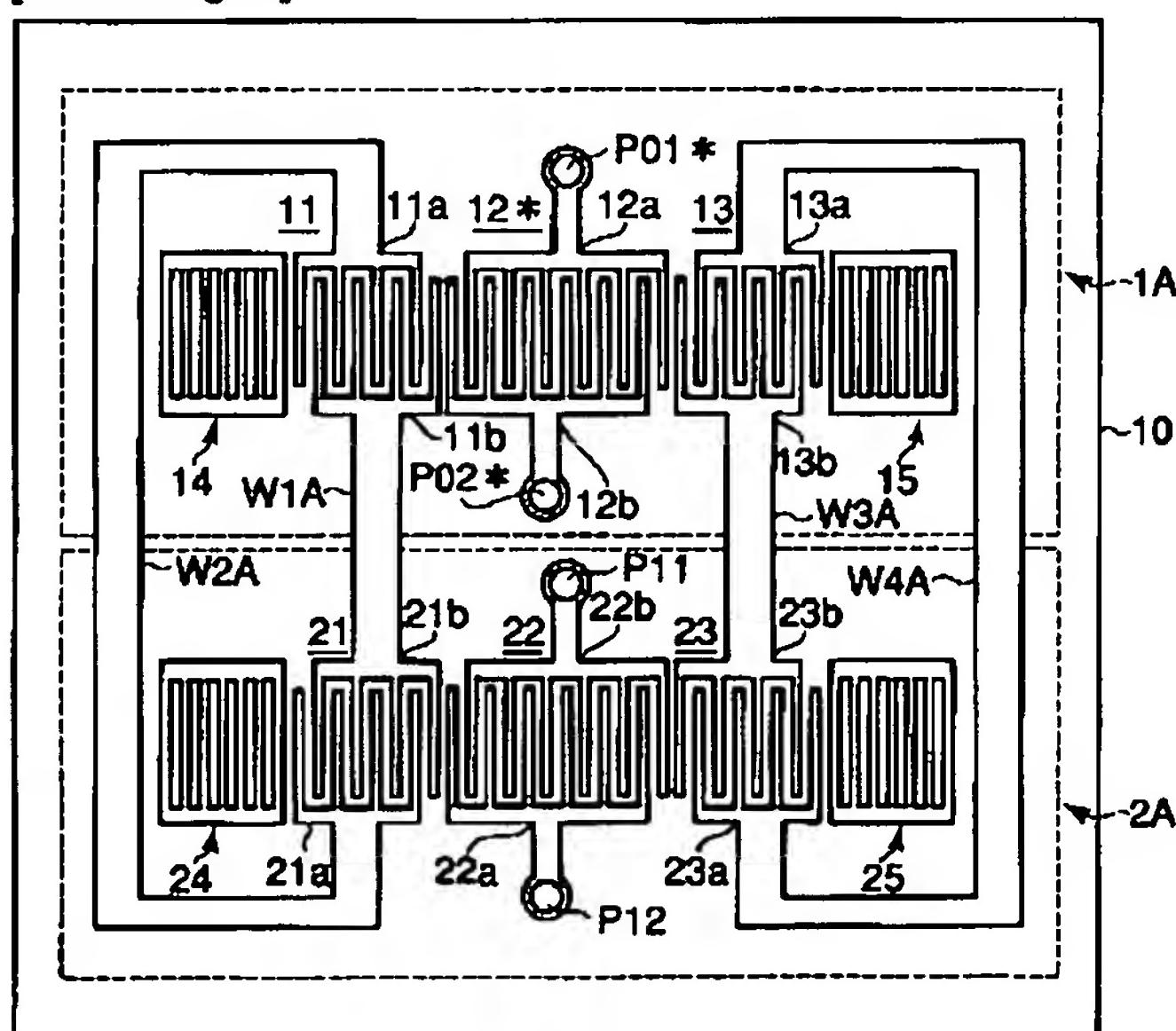
[Drawing 2]



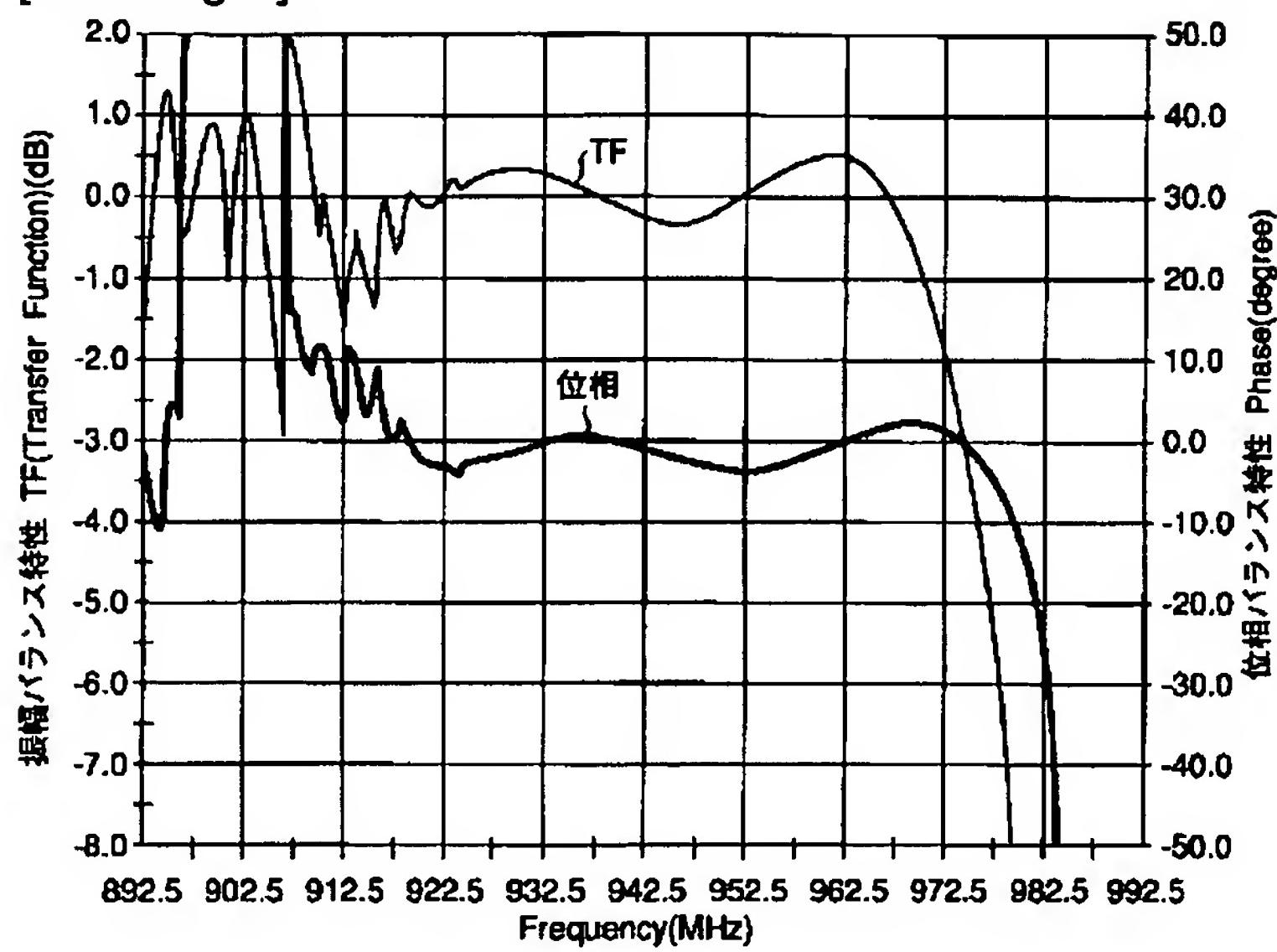
[Drawing 4]



[Drawing 3]



[Drawing 5]



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.